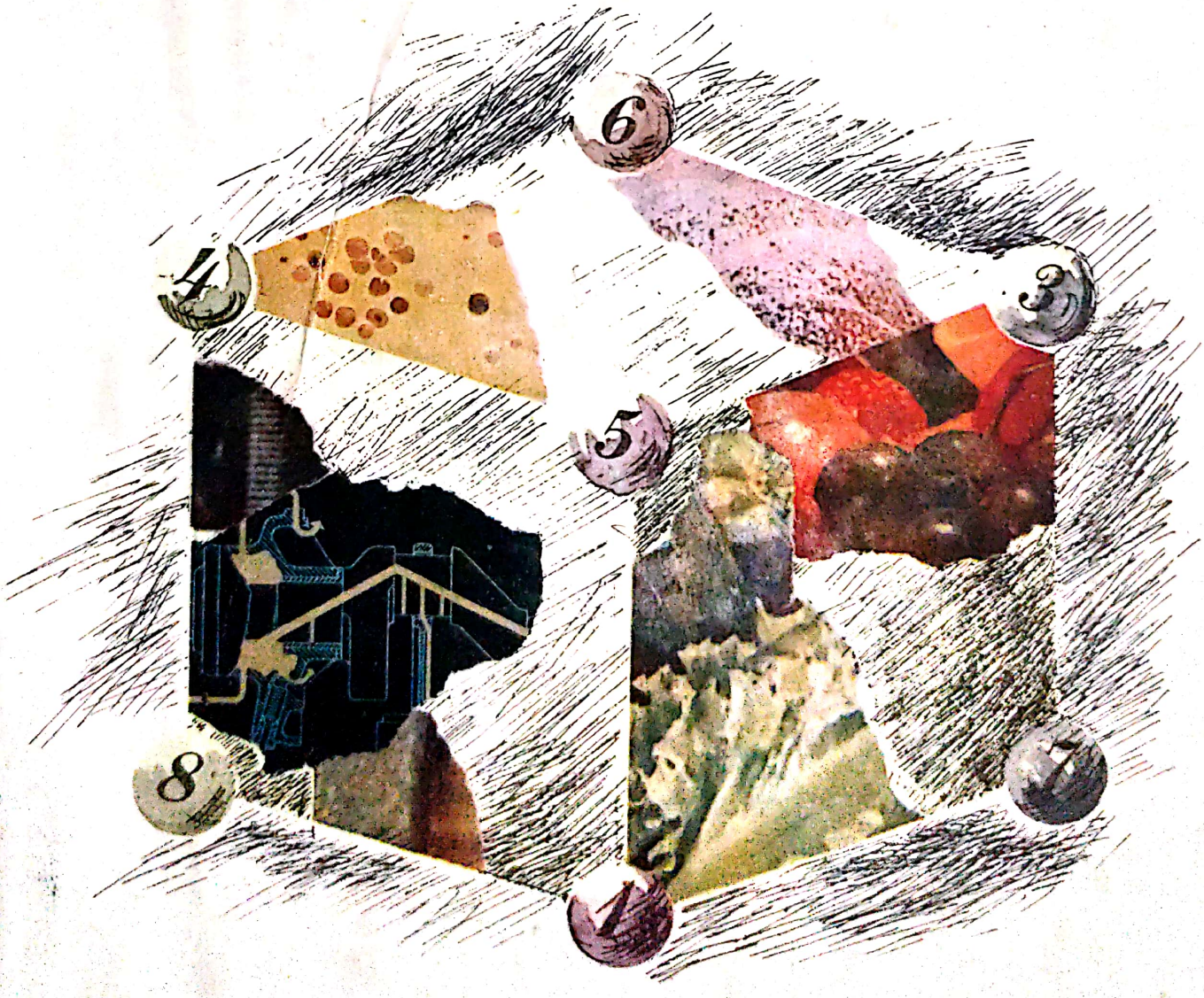
EUGEN HOLBAN

Teoria și practica EVOP în industria alimentară



Editura tehnică

Scanned with OKEN Scanner

ÎN EDITURA TEHNICĂ AU APĂRUT:

Oțel I.
TEHNOLOGIA PRODUSELOR DE CARNE

Puzdrea D. și Boeru Gh.
TEHNOLOGIA ULEIURILOR VEGETALE

Chintescu G.
TEHNOLOGIA BRÎNZETURILOR

Mihalca Gh. ș.a.
CONGELAREA PRODUSELOR HORTICOLE

Purice N. ș.a.
EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA UTILAJELOR FRIGORIFICE COMERCIALE

Antoniu R. ș.a.
TEHNOLOGIA EXPLOATĂRII APEI ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ. ȘI CENTRALE MICI POPULATE

Scanned with OKEN Scanner

Ing. EUGEN ȘT. HOLBAN

Teoria şi practica EVOP în industria alimentară

Editura tehnică
București

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Titlul lucrării impune o explicitare a termenului EVOP și o justificare a abordării acestei teme.

EVOP reprezintă o prescurtare a noțiunii „evolutionary operation" (operare evolutivă) și se poate defini ca o metodă care analizează modul în care modificarea parametrilor de lucru a doi sau mai mulți factori care condiționează un proces, influențează asupra rezultatelor urmărite (calitate, randamente, consumuri specifice, consumuri energetice etc.). Interpretarea datelor se face cu ajutorul metodelor statistico-matematice pentru a asigura obiectivitatea necesară aprecierii rezultatelor. Se poate sublinia că metoda EVOP are la bază studiul factorilor de influență a proceselor.

Această metodă a fost elaborată de G. Box și N. Draper de la universitatea Wisconsin din S.U.A. și a fost aplicată, cu precădere, în industria chimică.

Unele aplicații făcute în industria alimentară din țara noastră și-au demonstrat eficacitatea, fapt ce a condus la dezvoltarea fundamentării teoretice a metodei și extinderea ei în toate subramurile industriei alimentare.

Metoda EVOP, aplicîndu-se în producția curentă, reprezintă pentru specialiștii din întreprinderile de industrie alimentară, un instrument eficace pentru realizarea unor performanțe tehnico-economice. Din cuprinsul acestei cărți se va deduce că numărul aplicațiilor este, practic, nelimitat, astfel că metoda poate constitui o preocupare permanentă, spre mai bine, spre progres.

În elaborarea lucrării, nu a fost posibilă o departajare netă a părții teoretice de cea practică și din acest punct de vedere problemele teoretice sînt în mod continuu, completate cu aspecte practice.

Aplicațiile care sînt prezentate, reprezintă în mare parte experimentările efectuate de autor, din care multe au fost utilizate în producție.

Scanned with OKEN Scanner

Altele sînt rezultatul colaborării cu specialiștii din întreprinderile de industrie alimentară, care, inițiați în cunoașterea metodei EVOP, au aplicat apoi în propriile unități acest procedeu, obținînd fie o calitate superioară a produselor, fie alte rezultate privind reducerea consumurilor specifice, a costurilor de producție, a consumurilor energetice sau, în general, îmbunătățiri ale proceselor.

Trebuie reținută recomandarea că extinderea unor aplicații EVOP să fie precedată de experimentări în unitatea respectivă. Experiența și practica de pînă în prezent a demonstrat că în cadrul fiecărei unități există condiții de lucru specifice, care nu pot fi neglijate și care sînt scoase în evidență numai prin efectuarea unui studiu EVOP complet.

Fiind conștienți că lucrarea reprezintă un început în acest domeniu de perspectivă, posibilitatea îmbunătățirii metodei și aplicării ei este deschisă, astfel că orice propunere sau sugestie vor fi bine venite.

Autorul aduce pe această cale mulțumiri celor din unitățile de producție care prin aplicațiile efectuate și datele furnizate au contribuit la fundamentarea teoretică și practică a metodei EVOP în industria alimentară.

AUTORUL

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

1. Elemente statistice folosite în EVOP 11
1.1. Variabilitatea rezultatelor 11
1.2. Sistematizarea și reprezentarea datelor 12
1.3. Stabilirea caracteristicilor distribuției 15
1.4. Aplicațiile distribuției normale 20
1.5. Variabilitatea și distribuția mediilor 24
1.6. Estimarea preciziei rezultatelor 26
1.6.1. Teste de semnificație 26
1.6.2. Limitele de încredere 28

2. Fundamentarea teoretică a metodei EVOP 35
2.1. Evoluția proceselor industriale 35
2.2. Caracteristicile operării evolutive 36
2.3. Principiile metodei EVOP 37
2.4. Metoda de lucru 40
2.5. Formulare utilizate și modul de completare 42
2.5.1. Formulare pentru programe EVOP cu două variabile 43
2.5.2. Formulare pentru programe EVOP cu trei variabile 50
2.6. Evaluarea anterioară a abaterii 63
2.7. Calculul efectelor 64
2.8. Utilizarea algoritmului lui Yates pentru calculul efectelor 73
2.9. Mediile și schimbarea mediei 78
2.10. Calculul erorilor 79
2.11. Interpretarea rezultatelor 82

3. Particularitățile aplicării operării evolutive în industria alimentară 86
3.1. Asemănări și deosebiri față de industria chimică 86
3.2. Specificitatea produselor alimentare 87
3.2.1. Caracteristicile senzoriale 87
3.3. Aprecierea însușirilor senzoriale 89
3.3.1. Testarea fiziologică 90
3.3.2. Condițiile necesare testării și degustărilor 93
3.3.2.1. Condiții materiale 93
3.3.2.2. Condiții fizice, fiziologice și psihologice 93
3.3.3. Formarea degustătorilor 94
3.3.4. Metode de apreciere 94
3.3.5. Observații finale 100

Scanned with OKEN Scanner

4. **Sfera de aplicabilitate a metodei EVOP** 101
4.1. Îmbunătățirea calității produselor 101
4.2. Îmbunătățirea randamentelor, consumurilor specifice și reducerea pierderilor 109
4.3. Sporirea și utilizarea mai bună a capacităților de producție 118
4.4. Reducerea consumurilor energetice 125
4.5. Reducerea costurilor și creșterea eficienței economice 132

5. **Metoda EVOP și procesele de bază din industria alimentară** 137
5.1. Amestecarea 137
5.2. Mărunțirea 139
5.3. Sedimentarea 140
5.4. Filtrarea 141
5.5. Centrifugarea 143
5.6. Procese termice 144
5.6.1. Transmiterea căldurii prin conducție 145
5.6.2. Transmiterea căldurii prin convecție 147
5.6.3. Transmiterea căldurii prin radiație 148
5.7. Blanșarea (opărirea) 149
5.8. Pasteurizarea-sterilizarea 150
5.9. Răcirea 153
5.10. Evaporarea 154
5.11. Condensarea 156
5.12. Uscarea 157
5.13. Difuziunea 158
5.14. Distilarea 161
5.15. Extracția 162
5.16. Cristalizarea 164
5.17. Absorbția 165
5.18. Adsorbția 166
5.19. Procesele biochimice 167

6. **Operarea evolutivă specială și aplicațiile ei în industria alimentară** 170
6.1. Industria cărnii 170
6.1.1. Tăierea animalelor 170
6.1.2. Prelucrarea subproduselor și deșeurilor 171
6.1.3. Conservarea cărnii prin frig 171
6.1.4. Conservarea cărnii prin sărare 172
6.1.5. Tehnologia preparatelor din carne 172
6.1.5.1. Prepararea bratului 172
6.1.5.2. Prepararea șrotului 173
6.1.5.3. Prepararea pastei (compoziției) 173
6.1.5.4. Umplerea membranelor 173
6.1.5.5. Prelucrarea termică 173
6.1.5.6. Uscarea 174
6.1.5.7. Obiective generale 175
6.1.6. Tehnologia produselor de tip catering 175
6.1.7. Tehnologia conservelor 176
6.1.8. Aplicații 177
6.2. Industria laptelui 195
6.2.1. Procedeele termice 196
6.2.2. Fabricarea iaurtului 196
6.2.3. Fabricarea laptelui acidofil 197
6.2.4. Fabricarea untului 197
6.2.5. Fabricarea brînzeturilor 199
6.2.6. Fabricarea brînzeturilor topite 201
6.2.7. Fabricarea laptelui praf 201
6.2.8. Fabricarea înghețatei 202
6.2.9. Aplicații 203

Scanned with OKEN Scanner

6.3. Industria peștelui 236
6.3.1. Conservarea peștelui prin refrigerare 236
6.3.2. Conservarea peștelui prin congelare 236
6.3.3. Conservarea peștelui prin sărare 237
6.3.4. Conservarea peștelui prin afumare 238
6.3.5. Prepararea batogului 239
6.3.6. Prepararea icrelor negre 239
6.3.7. Prepararea icrelor de apă dulce 240
6.3.8. Fabricarea semiconservelor de pește 241
6.3.8.1. Semiconserve de pește în oțet 241
6.3.8.2. Semiconserve de pește în ulei 242
6.3.9. Fabricarea conservelor de pește 243
6.3.10. Aplicații 246
6.4. Industria morăritului 250
6.4.1. Tehnologia obținerii făinii de grîu 250
6.4.2. Aplicații 253
6.5. Industria panificației 256
6.5.1. Caractersticile făinii 257
6.5.2. Maturizarea făinii 257
6.5.3. Pregătirea materiilor prime 257
6.5.4. Prepararea aluatului 258
6.5.5. Prelucrarea aluatului 258
6.5.6. Coacerea 259
6.5.7. Depozitarea pîinii 259
6.5.8. Obiective generale 260
6.5.9. Fabricarea cozonacilor 260
6.5.10. Aplicații 261
6.6. Fabricarea biscuiților 270
6.7. Fabricarea pastelor făinoase 272
6.7.1. Aplicații 273
6.8. Industria zahărului 275
6.8.1. Procesul de difuziune 275
6.8.2. Presarea borhotului 276
6.8.3. Uscarea borhotului 276
6.8.4. Epurarea zemei de difuziune 276
6.8.4.1. Predefecarea 277
6.8.4.2. Defecarea propriu-zisă 277
6.8.4.3. Saturația I 277
6.8.4.4. Saturația II-a 278
6.8.4.5. Aplicarea schimbului ionic 278
6.8.4.6. Sulfitarea zemei 278
6.8.5. Filtrarea zemurilor 278
6.8.6. Evaporarea 279
6.8.7. Cristalizarea zahărului 279
6.8.8. Centrifugarea 280
6.8.9. Uscarea zahărului 280
6.8.10. Cernerea zahărului 281
6.8.11. Obiective generale 281
6.8.12. Aplicații 281
6.9. Fabricarea amidonului 286
6.9.1. Fabricarea amidonului din cartofi 287
6.9.2. Fabricarea amidonului din porumb 289
6.9.3. Uscarea și obținerea produsului finit 293
6.9.4. Aplicații 294
6.10. Fabricarea glucozei 296
6.10.1. Fabricarea glucozei solide 299
6.10.2. Fabricarea dextrozei 300
6.10.3. Aplicații 301

Scanned with OKEN Scanner

6.11. Fabricarea dextrinei . . . 303
6.11.1. Obiective generale . . . 304
6.11.2. Aplicații . . . 305
6.12. Industria produselor zaharoase . . . 306
6.12.1. Fabricarea ciocolatei . . . 306
6.12.1.1. Obiective generale . . . 311
6.12.2. Fabricarea halvalei . . . 311
6.12.3. Fabricarea bomboanelor tari sticloase . . . 314
6.12.4. Fabricarea bomboanelor umplute . . . 315
6.12.5. Fabricarea drajeurilor . . . 315
6.12.6. Produse zaharoase din masa de fondant . . . 316
6.12.7. Fabricarea șerbetului . . . 316
6.12.8. Fabricarea bomboanelor fondante simple . . . 317
6.12.9. Fabricarea bomboanelor fondante umplute . . . 317
6.12.10. Fabricarea produselor zaharoase gelificate . . . 318
6.12.10.1. Fabricarea jeleurilor . . . 318
6.12.11. Fabricarea rahatului . . . 320
6.12.12. Aplicații . . . 320
6.13. Industria uleiurilor . . . 322
6.13.1. Procese și operații premergătoare presării . . . 322
6.13.2. Presarea măcinăturii . . . 324
6.13.3. Extracția cu solvenți . . . 324
6.13.4. Rafinarea . . . 325
6.13.4.1. Desmucilaginarea uleiurilor . . . 326
6.13.4.2. Neutralizarea . . . 326
6.13.4.3. Uscarea uleiului . . . 327
6.13.4.4. Decolorarea uleiului . . . 327
6.13.4.5. Vinterizarea (deceruirea) . . . 327
6.13.4.6. Dezodorizarea . . . 328
6.13.5. Obiective generale . . . 329
6.13.6. Aplicații . . . 329
6.14. Fabricarea margarinei . . . 354
6.14.1. Aplicații . . . 354
6.15. Fabricarea spirtului . . . 357
6.15.1. Fabricarea spirtului din materii prime amidonoase . . . 357
6.15.2. Fabricarea spirtului din melasă . . . 359
6.16. Fabricarea băuturilor alcoolice . . . 360
6.16.1. Aplicații . . . 361
6.17. Fabricarea berii . . . 363
6.17.1. Materii prime . . . 363
6.17.2. Prepararea malțului . . . 364
6.17.3. Fierberea . . . 365
6.17.3.1. Plămădirea — zaharificarea . . . 365
6.17.4. Fermentarea primară . . . 368
6.17.5. Fermentarea secundară . . . 368
6.17.6. Tratarea berii fermentate . . . 369
6.17.7. Filtrarea berii . . . 369
6.17.8. Spălarea sticlelor . . . 370
6.17.9. Obiective generale . . . 370
6.17.10. Aplicații . . . 371
6.18. Fabricarea drojdiei de panificație . . . 372
6.18.1. Materii prime . . . 373
6.18.2. Limpezirea melasei și pregătirea sărurilor nutritive . . . 373
6.18.3. Înmulțirea drojdiei . . . 374
6.18.4. Fabricarea drojdiei uscate de panificație . . . 376
6.18.5. Aplicații . . . 376
6.19. Industria vinului . . . 378
6.19.1. Prepararea mustului . . . 379
6.19.2. Fermentarea . . . 379

Scanned with OKEN Scanner

6.19.3. Îngrijirea vinului după fermentare 380
6.19.4. Condiționarea vinului 380
6.19.5. Stabilizarea vinului 381
6.19.6. Prepararea vinurilor spumoase 382
6.19.7. Prepararea vermutului 384
6.19.8. Fabricarea coniacului 385
6.19.9. Fabricarea oțetului 386
6.19.10. Aplicații 387
6.20. Industria conservării fructelor și legumelor 389
6.20.1. Fabricarea conservelor de legume sterilizate 389
6.20.1.1. Conserve de legume în saramură 389
6.20.1.2. Conserve de legume în bulion 390
6.20.1.3. Conserve de legume în ulei 391
6.20.2. Fabricarea conservelor de tomate 391
6.20.2.1. Sucul de tomate 392
6.20.2.2. Pasta de tomate 393
6.20.3. Fabricarea conservelor de fructe 393
6.20.3.1. Gemuri 393
6.20.3.2. Jeleuri 394
6.20.3.3. Marmelade 394
6.20.3.4. Dulcețuri 394
6.20.3.5. Compoturi 395
6.20.3.6. Siropuri 396
6.20.3.7. Sucuri de fructe — nectare 396
6.20.4. Prepararea legumelor și fructelor uscate 397
6.20.4.1. Legume uscate 398
6.20.4.2. Fructe uscate 398
6.20.5. Conservarea legumelor și fructelor prin refrigerare 399
6.20.6. Conservarea legumelor și fructelor prin congelare 400
6.20.7. Conservarea legumelor prin fermentație lactică 400
6.20.7.1. Castraveți murați 400
6.20.7.2. Varză murată 401
6.20.8. Aplicații 402
6.21. Industria tutunului 406
6.21.1. Caracteristicile fizice 406
6.21.2. Compoziția chimică 407
6.21.3. Uscarea tutunului 409
6.21.4. Fermentarea tutunului 410
6.21.5. Fabricarea țigaretelor 412
6.21.6. Aplicații 413
Bibliografie 416

Scanned with OKEN Scanner

1.
ELEMENTE STATISTICE FOLOSITE ÎN EVOP

Înregistrarea și interpretarea datelor într-un experiment EVOP se efectuează cu ajutorul unor procedee statistice. Sistematizarea și prelucrarea rezultatelor după criterii statistice permite celor care conduc un asemenea experiment să posede informații utile pe parcursul derulării programului iar concluziile obținute să poată fie considerate obiective și riguroase din punct de vedere științifice.

1.1. VARIABILITATEA REZULTATELOR

În oricare din procesele din industria alimentară în care condițiile de lucru sînt menținute constante se poate observa că rezultatele urmărite (randamente, caracteristici de calitate etc.) prezintă anumite variații. Ordinul de mărime a acestor variații diferă iar statistica industrială se bazează pe studiul acestei variabilități.

Variabilitatea constituie un fenomen normal și ea se datorește mai multor cauze:

— imposibilității de a reproduce exact aceleași condiții de lucru;
— materiilor prime și materialelor diferențiate;
— erorilor de măsurare . . . etc.

Astfel, de pildă, dacă în procesul de difuziune din industria zahărului s-ar urmări pierderile de zahăr, acestea diferă de la șarjă la șarjă, deși condițiile de lucru (sutiraj, temperatură, dimensiune tăiței etc.) se mențin aceleași sau dacă se urmărește o caracteristică calitativă, cum ar fi de exemplu consistența la gemurile de fructe, aceasta nu este uniformă la producția aceleiași zile cu toate că factorii care influențează acest proces (*p*H-ul, concentrația în zahăr și cantitatea de pectină adaogată), au fost menținuți constanți.

În cele două exemple, variabilitatea trebuie considerată ca o situație normală într-un proces tehnologic, dacă pierderile de zahăr și respectiv consistența gemului variază în cadrul unor limite acceptabile.

După cum se va constata, în experimentele EVOP sînt programate modificări intenționate ale condițiilor de lucru, în vederea descoperirii

Scanned with OKEN Scanner

acelor parametri care să conducă la rezultate mai bune (pierderi de zahăr mai mici, consistența genului mai bună). Aceste modificări intenționate vor avea, în mod evident, efecte asupra variabilității procesului.

În cele ce urmează se va examina numai variabilitatea firească a proceselor, deci în care nu se introduc modificări intenționate, pentru a se putea face apoi distincția între rezultatele reale datorate acestor modificări și rezultatele întîmplătoare cauzate de fenomenul variabilității.

1.2. SISTEMATIZAREA ȘI REPREZENTAREA DATELOR

Să presupunem că se examinează pierderile de zahăr în procesul de difuziunea zahărului. În acest scop s-au efectuat zece observații la zece șarje de lucru consecutive, înregistrîndu-se următoarele date reprezentînd pierderi procentuale:

1, 3; 1,2; 1,3; 1,5; 1,4; 1,2; 1,3; 1,1; 1,4; 1,3

Aceste date pot fi reprezentate grafic prin puncte, în ordinea obținerii rezultatelor, după cum se prezintă în fig. 1.

O asemenea reprezentare grafică furnizează informații asupra modului în care se desfășoară procesul tehnologic și anume dacă acesta decurge normal sau dacă prezintă anumite tendințe de modificare. Se pot de asemenea face aprecieri asupra valorilor în jurul cărora sînt situate pierderile de zahăr. Reprezentarea grafică de felul acesteia (fig. 1) se poate folosi în cazul unui număr de observații relativ mic (respectiv 15 sau cel mult 20).

În situația unui număr mai mare de observații se folosește reprezentarea cu ajutorul histogramei. Pentru aceasta este necesar ca datele obținute să fie sistematizate și să se stabilească distribuția frecvențelor.

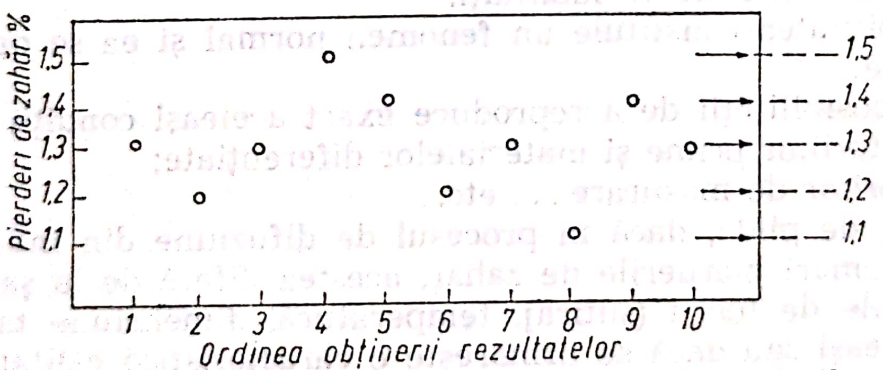


Fig. 1. Reprezentarea observațiilor privind pierderile de zahăr în procesul de difuziune.

În acest caz se examinează toate pierderile de zahăr, efectuîndu-se un număr mai mare de observații. Rezultatele obținute se notează în ordine cronologică (tabelul 1).

Datele astfel înregistrate urmează a fi ordonate, ca primă operațiune se vor repera în acest tabel valorile cele mai mici (0.9%) și valorile cele mai mari (1,5%).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 1

Datele privind pierderile de zahăr

Nr. crt.	Pierderi de zahăr %	Nr. crt.	Pierderi de zahăr %	Nr. crt.	Pierderi de zahăr %
1	1,2	11	1,2	21	1,1
2	1,4	12	1,4	22	1,2
3	1,0	13	1,2	23	1,3
4	1,3	14	1,0	24	1,2
5	0,9	15	1,3	25	1,5
6	1,4	16	1,1	26	1,0
7	1,1	17	1,5	27	1,2
8	1,2	18	1,2	28	1,3
9	1,3	19	1,1	29	1,1
10	1,1	20	1,3	30	1,4

Pe baza acestora se construiește tabelul 2, care cuprinde aceste valori limită precum și valorile intermediare, presupunînd că vor fi găsite și acestea în cuprinsul tabelului 1. Stabilirea frecvențelor se face de maniera prezentată în tabelul 2, fiecare valoare individuală preluată din tabelul 1 marcîndu-se printr-o linie verticală iar un grup de 4 linii verticale se barează cu o linie înclinată pentru a departaja un grup de 5 date.

În felul acesta se obține frecvența fiecărei caracteristici și reprezintă un mod simplificat de distribuție a frecvențelor. Numărul de cîte ori se întîlnește fiecare din valorile înregistrate se numește frecvența.

Tabelul 2

Stabilirea frecvențelor

Pierderi de zahăr %	Numărul de observații	Frecvența
0,9	I	1
1,0	III	3
1,1	𝍸 I	6
1,2	𝍸 III	8
1,3	𝍸 I	6
1,4	IIII	4
1,5	II	2
TOTAL		30

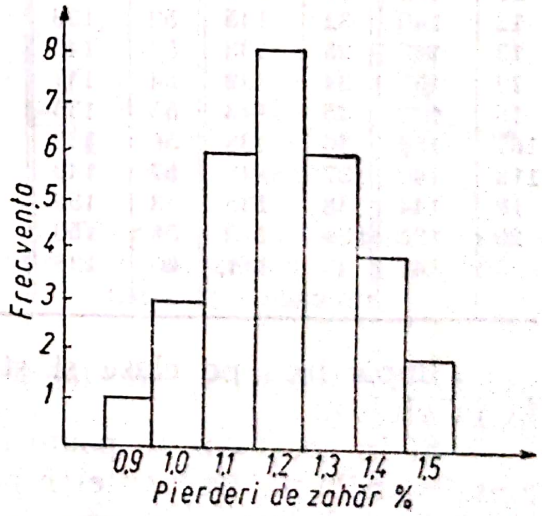


Fig. 2. Histograma pierderilor de zahăr.

Distribuția frecvențelor se poate reprezenta cel mai sugestiv prin diagrama cu coloane sau histograma (fig. 2).

Pe axul orizontal sînt valorile examinate, respectiv pierderile de zahăr, iar pe verticală se construiesc coloanele a căror lungime reprezintă

Scanned with OKEN Scanner

frecvența. După cum se observă, histograma oferă o imagine mai clară asupra valorii centrale și a mărimii dispersiei celorlalte valori precum și alte informații în legătură cu caracteristica analizată.

Se poate întîmpla ca numărul observațiilor să fie foarte mare, situație în care se impune gruparea datelor pe clase.

Să presupunem, de data aceasta, că se examinează consistența gemului, exprimată în g Lüers, după următorul criteriu:

— gelificare slabă <100 g
— gelificare bună 100—200 g
— gelificare tare >200 g

Rezultatele obținute în urma verificării celor 130 de probe sînt prezentate în tabelul 3, înregistrarea făcîndu-se în ordine cronologică.

Tabelul 3

Înregistrarea datelor privind consistența gemului

Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers	Nr. crt.	g Lüers
1	140	21	143	41	139	61	139	81	146	101	142	121	149
2	139	22	137	42	144	62	144	82	135	102	137	122	138
3	135	23	141	43	130	63	134	83	142	103	139	123	147
4	146	24	133	44	139	64	142	84	137	104	146	124	137
5	131	25	136	45	142	65	137	85	139	105	134	125	140
6	136	26	140	46	136	66	140	86	145	106	141	126	142
7	143	27	138	47	140	67	133	87	131	107	143	127	146
8	133	28	144	48	134	68	145	88	144	108	136	128	140
9	141	29	134	49	141	69	137	89	138	109	140	129	138
10	145	30	142	50	132	70	146	90	143	110	142	130	141
11	132	31	137	51	143	71	135	91	136	111	132		
12	140	32	145	52	136	72	143	92	141	112	138		
13	142	33	133	53	140	73	132	93	138	113	147		
14	137	34	139	54	147	74	140	94	145	114	139		
15	143	35	143	55	135	75	141	95	133	115	142		
167	134	36	138	56	138	76	136	96	140	116	138		
118	140	37	148	57	149	77	148	97	141	117	141		
19	144	38	135	58	136	78	138	98	138	118	139		
20	135	39	140	59	150	79	139	99	139	119	144		
	141	40	141	60	138	80	148	100	147	120	139		

Împărțirea pe clase și stabilirea frecvențelor sînt prezentate în în tabelul 4.

Și în acest caz se poate construi o histogramă (fig. 3), care reprezintă distribuția frecvențelor pentru cele 130 de observații și ne furnizează informațiile necesare.

Cele două distribuții ale frecvențelor redate prin histogramele din figurile 2 și 3, pot fi reprezentate și printr-o curbă continuă, care poartă denumirea de curba distribuției normale și ale căror aplicații se vor prezenta ulterior.

În fig. 4 se prezintă histograma pierderilor în zahăr și distribuția normală respectivă, ambele reprezentînd în fapt distribuția frecvențelor.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4

Împărţirea pe clase şi frecvenţele

Clasa	Mijlocul clasei	Frecvenţa
130—132	131	7
133—135	134	16
136—138	137	28
139—141	140	36
142—144	143	23
145—147	146	14
148—150	149	6
TOTAL		130

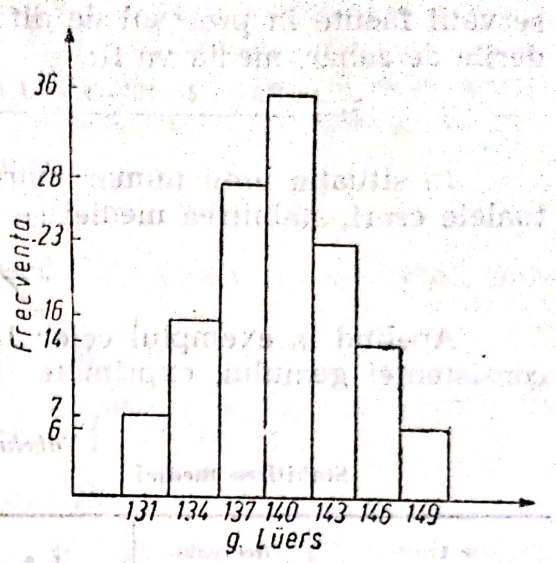


Fig. 3. Histograma cosistenţei gemului.

Distribuţia normală mai poartă denumirea de distribuţia probabilităţilor deoarece permite efectuarea unor calcule probabilistice.

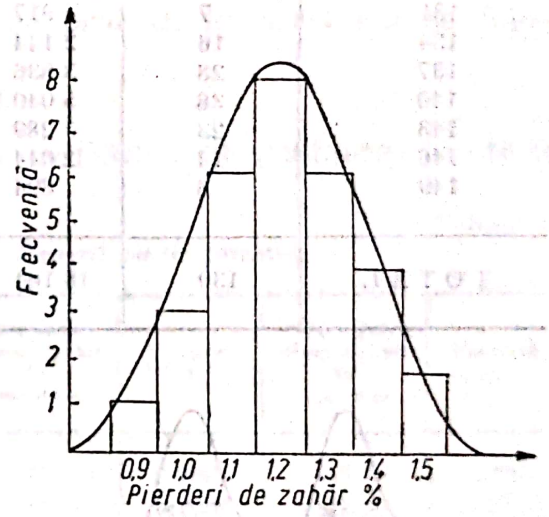


Fig. 4. Distribuţia frecvenţelor reprezentate prin istogramă şi prin curba distribuţie normale.

1.3. STABILIREA CARACTERISTICILOR DISTRIBUŢIEI

Distribuţia frecvenţelor şi reprezentarea grafică pot să prezinte diverse caracteristici legate de concentrarea şi împrăştierea datelor înregistrate. Cunoaşterea acestor caracteristici permite evaluarea, în mod obiectiv, a procesului analizat.

Media ($\bar{x}$) constituie una din caracteristicile tendinţei de concentrare şi localizează axa verticală, care împarte distribuţia de o parte şi alta a ei.

Media se stabileşte împărţind suma valorilor caracteristicii la numărul exemplarelor analizate. Dacă $x_1, x_2 \ldots x_n$ sînt valorile caracteristicii, atunci media este:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{\Sigma n_i}.$$

Pentru un număr mic de observaţii se foloseşte această relaţie, pe baza căreia se deduce media aritmetică. Preluînd exemplul celor zece ob-

servații făcute în procesul de difuziune a zahărului, în ce privește pierderile de zahăr, media va fi:

$$\bar{x} = \frac{1{,}3+1{,}2+1{,}3+1{,}5+1{,}4+1{,}2+1{,}3+1{,}1+1{,}4+1{,}3}{10} = 1{,}3\%$$

În situația unui număr mare de observații și pentru a evita eventualele erori, stabilirea mediei se va efectua cu ajutorul relației:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i n_i}{\Sigma n_i}$$

Apelînd la exemplul celor 130 observații făcute pentru examinarea consistenței gemului, exprimate în g Lüers, se va întocmi tabelul 5.

Tabelul 5

Stabilirea mediei

g Lüers x_i	frecvența n_i	$x_i n_i$
131	7	917
134	16	2 144
137	28	3 836
140	36	5 040
143	23	3 289
146	14	2 044
149	6	894
TOTAL	130	18 164

Cu ajutorul tabelului și relației de mai sus rezultă că media este:

$$\bar{x} = \frac{18\,164}{130} = 139{,}72$$

Pentru a înțelege semnificația mediei, în fig. 5 se prezintă două distribuții care sînt identice, avînd aceiași dispersie dar localizări ale mediei diferite.

Abaterea medie pătratică (σ; s), sinonim cu abaterea standard, reprezintă o caracteristică care ne dă informații asupra împrăștierii datelor. În fig. 6 sînt reprezentate patru curbe cu abateri medii pătratice diferite dar cu eași medie.

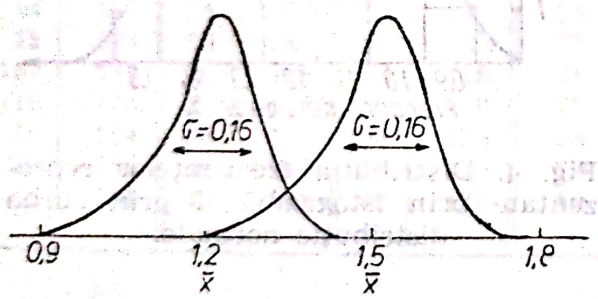


Fig. 5. Două distribuții cu aceiași împrăștiere dar cu medii diferite.

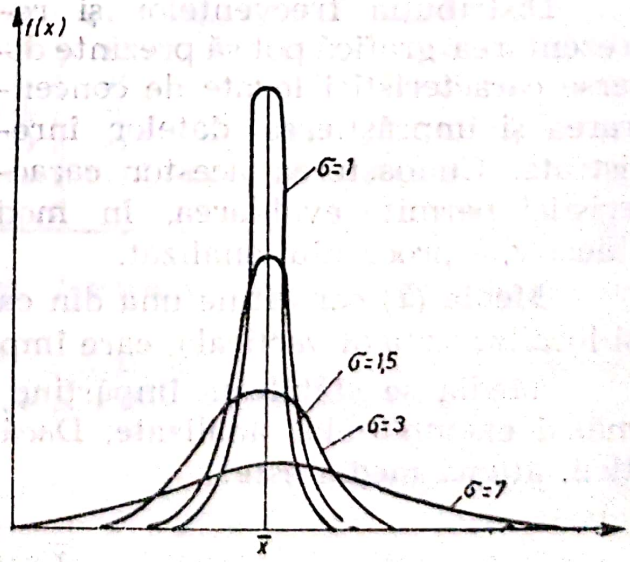


Fig. 6. Patru curbe cu abateri medii patratice diferite dar cu aceiași medie.

Cunoașterea abaterii medii pătratice este necesară deoarece aceasta ne dă informații asupra ordinului de mărime al pierderilor de zahăr, în exemplul analizării acestor pierderi în procesul de difuziune. Astfel, dacă

Scanned with OKEN Scanner

pierderile de zahăr peste 1,5% sînt inexistente (0%) sau dacă ele se ridică la peste 50%, sînt informații deosebit de importante.

O altă caracteristică a distribuției legată de împrăștiere este amplitudinea (R), care poate fi definită ca diferența dintre valoarea cea mai mare și cea mai mică a observațiilor făcute:

$$R=x_{max}-x_{min}$$

În exemplul celor 10 observații, în cazul pierderilor de zahăr, amplitudinea va fi:

$$R=1,5-1,1=0,4$$

Dacă datele înregistrate au valori negative, se va ține seama de aceasta. De exemplu: 10, 7, —8, 5, —2, 12, —3, —1, 14, 11.

$$R=14-(-8)=22$$

În ce privește stabilirea abaterii medii patratice există foarte multe modalități de calcul. În cele ce urmează se vor prezenta două dintre acestea, considerate procedee simple, rapide și aplicabile în producție.

a) *Multiplicarea amplitudinii cu factorul* ω. În acest caz se folosește relația:

$$\sigma=R\cdot\omega$$

În tabelul 6 se prezintă factorul ω pentru determinarea abaterii medii patratice.

Tabelul 6

Factorul ω pentru estimarea abaterii medii patratice

Numărul observațiilor în eșantion	Factorul ω	Numărul observațiilor în eșantion	Factorul ω	Numărul observațiilor în eșantion	Factorul ω	Numărul observațiilor în eșantion	Factorul ω
2	0,8862	7	0,3698	12	0,3069	17	0,2787
3	0,5908	8	0,3512	13	0,2998	18	0,2747
4	0,4857	9	0,3367	14	0,2935	19	0,2711
5	0,4299	10	0,3249	15	0,2880	20	0,2677
6	0,3946	11	0,3152	16	0,2831		

De subliniat că pentru $2\leqslant n\leqslant 10$, ω este aproximativ egal cu $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Deci, în situația în care tabelul nu se află asupra noastră, abaterea medie patratică poate fi stabilită, cunoscînd această relație.

Reluînd exemplul celor zece observații din procesul de difuziune privind pierderile de zahăr, abaterea medie patratică va fi:

$$\sigma=R\cdot\omega$$

$$R=1,5-1,1=0,4$$

$$\sigma=0,4\cdot 0,3249=0,13$$

Scanned with OKEN Scanner

De menționat că exactitatea metodei de calcul este mai bună pentru un număr de observații în eșantion de pînă la zece și scade pentru un număr de observații mai mare de zece. Din aceste motive se recomandă ca eșantioanele mari să fie împărțite în subgrupe de o mărime, cuprinsă între 4 și 10 observații, prin metoda selecției întîmplătoare sau respectînd ordinea cronologică în care datele au fost obținute.

Se va stabili amplitudinea pe fiecare subgrupă iar pe baza acestora o medie a amplitudinilor, care va servi la calculul abaterii medii patratice.

În tabelul 7 se prezintă modalitatea de sistematizare și împărțire pe subgrupe a cîte 6, a celor 30 de observații preluate din exemplul anterior și care privesc pierderile de zahăr în procesul de difuziune.

Tabelul 7

Evaluarea abaterii medii patratice pentru 30 observații

Observații	Amplitudinea
1,2; 1,4; 1,0; 1,3; **0,9; 1,4**	0,5
1,1; 1,2; 1,3; **1,1;** 1,2; **1,4**	0,3
1,2; **1,0;** 1,3; 1,1; **1,5;** 1,2	0,5
1,1; 1,3; 1,1; 1,2; **1,3;** 1,2	0,2
1,5; 1,0; 1,2; 1,3; 1,1; 1,4	0,5
Media amplitudinilor:	$\frac{2,0}{5}=0,4$
Abaterea medie patratică (σ)$=0,4\times0,3946=0,16$	

Cele 130 observații privind consistența gemului sînt sistematizate în tabelul 8, unde sînt împărțite în subgrupe de 10 observații. După stabilirea amplitudinii pe fiecare rînd, se determină media amplitudinii, pe baza căreia se evaluiază abaterea medie patratică cu ajutorul factorului ω.

După împărțirea observațiilor pe subgrupe se procedează în felul următor:

Pe fiecare rînd se subliniază valorile maxime și minime, în vederea stabilirii amplitudinilor, după care se calculează amplitudinea medie.

Pentru evaluarea abaterii medii patratice, se preia din tabelul 6, factorul ω pentru 6 observații, care este 0,3946 și atunci

$$\sigma=0,4\times0,3946=0,16.$$

b) *Divizarea amplitudinii prin factorul* d_2, folosindu-se relația:

$$\sigma=\frac{R}{d_2}$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 8

Evaluarea abaterii medii patratice pentru 130 observaţii

Observaţii	Amplitudinea
140, 139, 135, **146**, **131**, 136, 143, 133, 141, 145	15
132, 140, 142, 137, 143, 134, 140, **144**, 135, 141	12
143, 137, 141, **133**, 136, 140, 138, **144**, 134, 142	11
137, 145, **133**, 139, 143, 138, **148**, 135, 140, 141	15
139, **144**, **130**, 139, 142, 136, 140, 134, 141, 132	14
143, 136, 140, 147, **135**, 138, 149, 136, **150**, 138	15
139, 144, 134, 142, 137, 140, **133**, 145, 137, **146**	13
135, 143, **132**, 140, 141, 136, **148**, 138, 139, 148	16
146, 135, 142, 137, 139, 145, **131**, 144, 138, 143	15
136, 141, 138, 145, **133**, 140, 141, 138, 139, **147**	14
142, 137, 139, **146**, **134**, 141, 143, 136, 140, 142	12
132, 138, **147**, 139, 142, 138, 141, 139, 144, 139	15
149, 138, 147, **137**, 140, 142, 146, 140, 138, 141	12
Total	179

$$\text{Media amplitudinii} = \frac{179}{13} = 13{,}77$$

Abaterea medie patratică, $\sigma = 13{,}77 \times 0{,}3249 = 4{,}47$

Factorul d_2 este prezentat în tabelul 9.

În exemplul celor 10 observaţii (1,3; 1,2; 1,3; 1,5; 1,4; 1,2; 1,3; 1,1; 1,4; 1,3) abaterea medie patratică va fi:

$$\sigma = \frac{R}{d_2}; \qquad R = 1{,}5 - 1{,}1 = 0{,}4;$$

$$\sigma = \frac{0{,}4}{3{,}078} = 0{,}13$$

Tabelul 9

Factorul d_2 pentru estimarea abaterii medii patratice

Numărul observaţiilor în eşantion	Factorul d_2	Numărul observaţiilor în eşantion	Factorul d_2	Numărul observaţiilor în eşantion	Factorul d_2	Numărul observaţiilor în eşantion	Factorul d_2
2	1,128	12	3,258	22	3,819	60	4,639
3	1,693	13	3,336	23	3,858	65	4,699
4	2,059	14	3,407	24	3,895	70	4,755
5	2,326	15	3,472	25	3,931	75	4,806
6	2,534	16	3,532	30	4,086	80	4,854
7	2,704	17	3,588	35	4,213	85	4,898
8	2,847	18	3,640	40	4,322	90	4,939
9	2,970	19	3,689	45	4,415	95	4,975
10	3,078	20	3,735	50	4,498	100	5,015
11	3,173	21	3,778	55	4,572		

Scanned with OKEN Scanner

Ca și în cazul metodei precedente, în situația unui număr de observații mai mare, se recomandă împărțirea acestora în subgrupe cuprinse între 4 și 10 observații, astfel cum s-a procedat în tabelul 7.

Preluînd din acest tabel amplitudinea medie de 0,4, abaterea medie patratică va fi:

$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{0,4}{2,534} = 0,16$$

2,534 reprezintă factorul d_2 prevăzut în tabelul 9 pentru 6 observații.

Încercînd a se efectua calculul, fără împărțirea pe subgrupe factorul d_2 pentru cele 30 de observații este de 4,086 iar abaterea medie patratică va fi:

$$\sigma = \frac{R}{d_2}; \qquad R = 1,5 - 0,9 = 0,6$$

$$\sigma = \frac{0,6}{4,086} = 0,15$$

Rezultatul este puțin diferit în raport de procedeul împărțirii observațiilor pe subgrupe.

De menționat că cele două metode prezentate mai sus și denumite simple și rapide dau rezultate ușor diferențiate față de metodele laborioase dar precise. În cazul operării evolutive, gradul de precizie al abaterii medii patratice obținut prin una din cele două metode este satisfăcător, dat fiind modalitate de grupare prevăzută prin schemele EVOP.

1.4. APLICAȚIILE DISTRIBUȚIEI NORMALE

Distribuția normală este caracterizată prin cele două mărimi: media $\bar{x}$ și abaterea medie patratică σ.

Abaterile față de medie apar datorită multor cauze și care au fost amintite (erori de analiză sau măsurare, condiții de lucru diferite, materii prime diferențiate etc.).

Eroarea totală E, care se constată printr-o verificare, reprezintă o funcție oarecare:

$$E = f(E_1, E_2 \ldots E_n)$$

a erorilor care o compun. Distribuția lui E va reprezenta o distribuție normală și cu cît va conține mai mulți componenți cu atît se va apropia ca formă de această distribuție.

Media $(\bar{x})$ și abaterea medie patratică (σ) sînt considerate parametrii statistici, care ne ajută a localiza și determina mărimea împrăștierii fiecărei distribuții.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, să presupunem că observațiile făcute asupra pierderilor de zahăr în procesul de difuziune au fost cuprinse între 1,0 și 1,5%, rezultînd următorii parametrii statistici;

$$\bar{x}=1,2$$

$$\sigma=0,16$$

Distribuția normală pentru acest exemplu este reprezentată în fig. 7.

Într-o altă verificare, pierderile de zahăr au fost cuprinse între 0,7 și 1,9% cu următorii parametri statistici:

$$\sigma=0,32.$$

$$\bar{x}=1,3;$$

În acest al doilea exemplu, distribuția normală este prezentată în fig. 8.

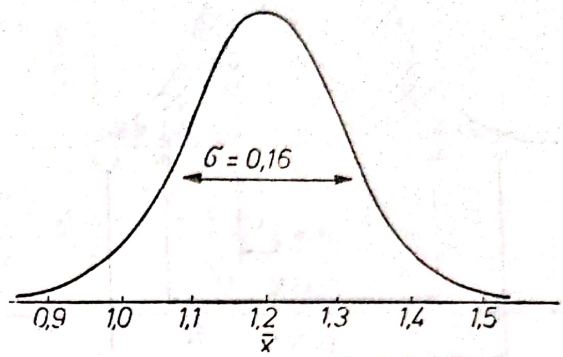


Fig. 7. Distribuția normală avînd $\bar{x}=1,2$ și $\sigma=0,16$.

Una din aplicațiile importante ale distribuției normale o constituie calculul probabilităților cu ajutorul suprafețelor de sub curba distribuției normale.

Abaterea medie patratică împarte șirul de date în șase părți egale, cu următoarea repartiție procentuală a suprafeței de sub curba distribuției normale:

Limitele	% din totalul suprafeței
$\bar{x} \pm 1\ \sigma$	68,26
$\bar{x} \pm 1\ \sigma$	95,46
$\bar{x} \pm 3\ \sigma$	99,74

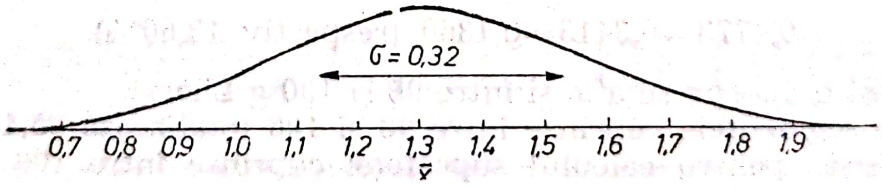


Fig. 8. Distribuția normală avînd $\bar{x}=1,3$ și $\sigma=0,32$.

Considerăm acum că în urma verificării consistenței gemului s-au obținut date cuprinse între 96 și 108 g Lüers și următorii parametri statistici:

$$\bar{x}=102$$

$$\sigma=2$$

În fig. 9 se prezintă distribuția normală respectivă avînd suprafața de sub curba distribuției normale împărțită în cele șase părți.

Pentru a se stabili suprafețele de sub curba distribuției normale și deci pentru a se efectua în felul acesta calcule de probabilitate, se folosesc tabelul 10 și relația:

$$z=\frac{x-\bar{x}}{\sigma}.$$

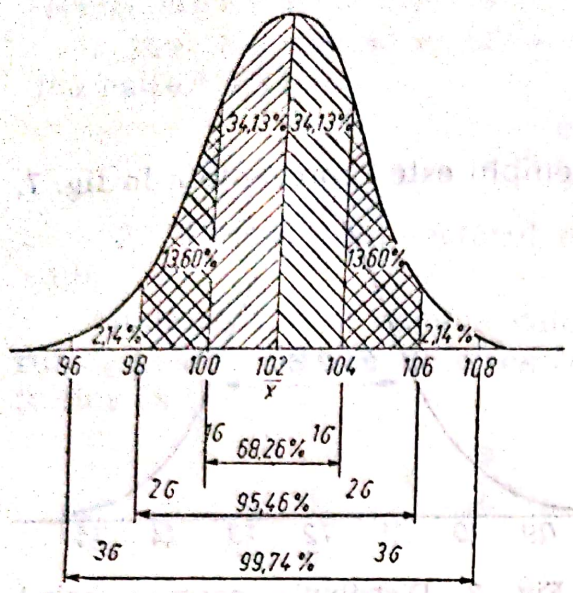


Fig. 9. Suprafețele de sub curba distribuției normale ($\bar{x}=106$; $\sigma=2$).

Segmentul din suprafața cuprinsă între 102 și 104 se stabilește astfel:

$$z=\frac{x-\bar{x}}{\sigma}=\frac{104-102}{2}=\frac{2}{2}=1.$$

Conform tabelului 10, la $z=1$ corespunde 0,3413 respectiv 34,13%. Axul mediei imparte suprafața de sub curbă în două jumătăți simetrice și ca atare și segmentele din suprafața respectivă sînt simetrice. Deci, segmentul cuprins între 100 și 102 reprezintă și el 34,14% din totalul suprafeței. Cumulînd cele două segmente ale suprafeței, ele reprezintă 68,26% din totalul suprafeței de sub curbă.

Se trece acum la calculul segmentului din suprafața cuprinsă între 104 și 106, care se deduce astfel:

$$z=\frac{106-102}{2}=\frac{4}{2}2$$

La $z=2{,}0$ corespunde (conform tabelului 10) 0,4773 respectiv 47,73% care reprezintă suprafața cuprinsă între 102 și 106 g Lüers. Pentru a se afla proporția cuprinsă numai între 104 și 106 se va efectua scăderea:

$$0{,}4773-0{,}3413=0{,}1360 \text{ (respectiv } 13{,}60\%).$$

Aceiași proporție se află și între 98 și 100 g Lüers.

Toate segmentele cuprinse între 98 și 106 totalizează 95,46%.

În sfîrșit, pentru calculul suprafeței cuprinse între 106 și 108, se procedează astfel:

$$z=\frac{108-102}{2}=\frac{6}{2}=3$$

La $z=3$ corespunde (conform tabelului 10) 0,4987, respectiv 49,87%, care reprezintă suprafața cuprinsă între 102 și 108. Se va efectua scăderea:

$$0{,}4987-0{,}4773=0{,}0214$$

Rezultă că între 106 și 108 proporția este de 2,14%, care va fi identică cu cea cuprinsă între 96 și 98. Toate segmentele însumează 99,74%

Scanned with OKEN Scanner

SUPRAFEȚELE DE SUB CURBA DISTRIBUȚIEI NORMALE

Tabelul 10

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0754
0,2	0,0739	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1555	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2258	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2518	0,2549
0,7	0,2580	0,2612	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2996	0,3023	0,3051	0,3079	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4430	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4485	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4700	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4762	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4865	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4980	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4983	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4986	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998	0,4998
3,5	0,49977									
4,0	0,499968									
4,5	0,499997									
5,0	0,4999997									

Scanned with OKEN Scanner

iar diferența de 0,26% reprezintă restul suprafeții sub 96 și respectiv peste 108 g Lüers.

Urmînd acest model, se pot efectua diverse calcule de probabilitate. Astfel, cunoscînd că limita de acceptare pentru consistența gemului este de 100 g Lüers, se poate evalua că lotul sau producția analizată este corespunzătoare în proporție de 15,74% (13,60+2,14).

Referindu-ne la exemplul din fig. 8 se pot aprecia pierderile de zahăr care se realizează peste limita maximă de 1,5%. Calculul se efectuează astfel:

$$z=\frac{1,5-1,3}{0,32}=\frac{0,2}{0,32}=0,63.$$

La $z=0,63$ (conform tabelului 10) corespunde 0,2357 respectiv 23,57%. Deoarece jumătatea din suprafața de sub curbă este de 50%, suprafața peste limita de 1,5% se deduce din scăderea:

$$50-23,57=26,43\%.$$

Deci, pierderile care depășesc limita de 1,5% se ridică la aproximativ 26,43%.

În același fel se poate calcula probabilitatea pe care o are o anumită caracteristică de a se încadra între anumite limite, evaluări ce se vor efectua în cadrul aplicațiilor EVOP.

Un ultim aspect care trebuie precizat în legătură cu aplicațiile distribuției normale este acela ca eșantionul care se examinează, compus dintr-un număr limitat de exemplare, este preluat dintr-o populație (producție în curs de desfășurare, lot de materiale sau produse finite etc.). Concluziile asupra eșantionului se vor extinde deci asupra lotului respectiv.

1.5. VARIABILITATEA ȘI DISTRIBUȚIA MEDIILOR

O problemă importantă care se ridică este aceea a modului cum variază mediile eșantioanelor. Totdeauna curba măsurătorilor individuale reprezintă o împrăștiere mai mare decît mediile eșantioanelor (fig. 10).

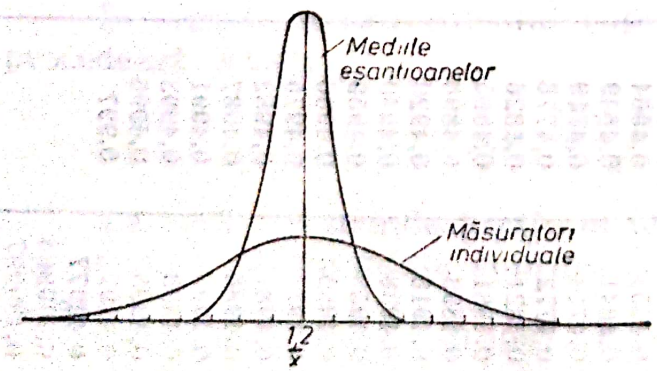


Fig. 10. Distribuția măsurătorilor individuale comparativ cu mediile eșantioanelor.

Pentru curba mediilor este dată următoarea relație:

$$\sigma_{\bar{x}}=\frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Deci, abaterea medie patratică a mediilor eșantioanelor, denumită și eroarea standard a mediei este condiționată de abaterea

Scanned with OKEN Scanner

medie patratică a observațiilor individuale și a numărului de observații din eșantion.

Eroarea standard a mediilor este utilă deoarece ea ne scutește de a mai efectua alte eșantionări, dacă media se situiază în limitele variației reprezentate de curbă (respectiv $3\sigma_x$).

Caracteristicile distribuției mediilor cu cele ale distribuției mulțimii vor fi, în linii mari aceleași. Astfel, în ipoteza în care distribuția mulțimii este normală și distribuția mediilor unor exemplare din eșantioane va fi normală, iar media mulțimii va fi aceiași cu media distribuției mediilor exemplarelor din eșantion.

Precizia mediilor observațiilor din eșantion crește pe măsură ce sporește numărul de observații independente dintr-un eșantion. De asemenea, dacă inițial distribuția nu este normală, va tinde către o distribuție normală, pe măsură ce crește numărul de observații din eșantion. Acest aspect este reflectat în figura 11.

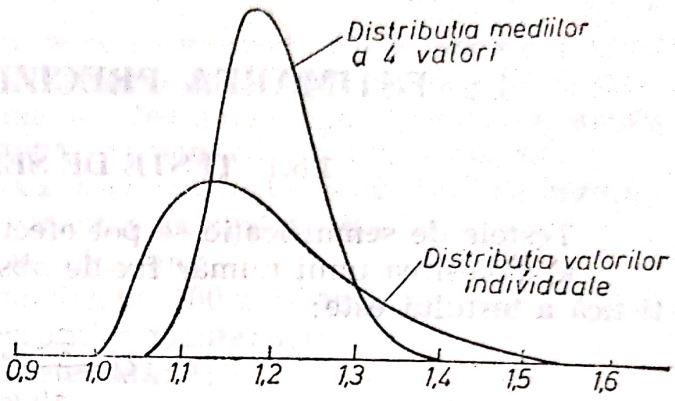


Fig. 11. Distribuția observațiilor individuale comparativ cu distribuția mediilor a patru observații (adaptat după G. Box).

Pentru motivele arătate mai sus, evaluarea rezultatelor și estimările de probabilitate în studiile EVOP se fac numai asupra mediilor și nu asupra observațiilor individuale.

Aceste evaluări ale mediilor se fac asupra unui număr cît mai mare de observații, tocmai pentru a obține o precizie mai mare a mediilor.

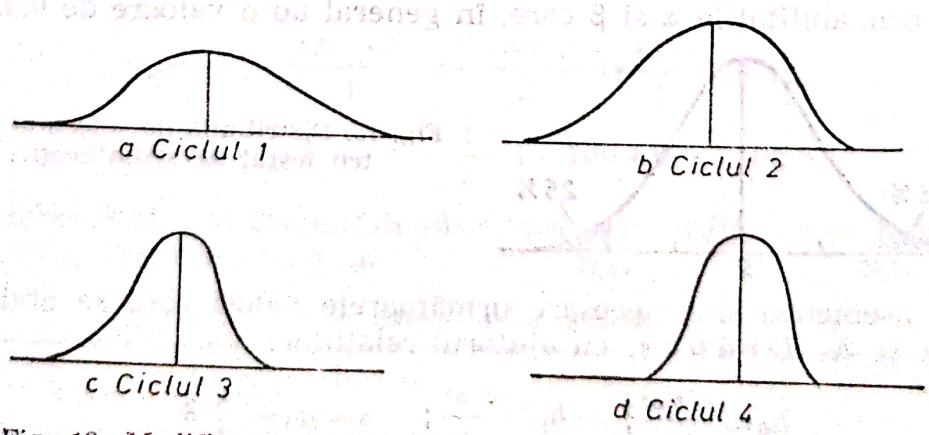


Fig. 12. Modificarea distribuției pe măsura creșterii numărului cicluri:

a — distribuția unor observații individuale; *b*, *c*, *d* — distribuția mediilor a 2, 3 și respectiv 4 observații.

După cum se va vedea, numărul experiențelor (ciclurilor) se efectuiază pînă cînd se obține o distribuție a mediilor cît mai strînsă (figura 12).

Scanned with OKEN Scanner

În aplicarea metodei EVOP se aduc modificări intenționate parametrilor de lucru, în scopul descoperirii unor parametri de lucru mai eficienți, respectiv care să aducă rezultate mai bune față de cele anterioare. Ca atare, cei care efectuiază un experiment EVOP vor trebui să urmărească efectele factorilor modificați. Aceste efecte au la rîndul lor o distribuție. Din acest punct de vedere se impune cunoașterea mediei și dispersiei acestei distribuții precum și calculul erorilor posibile. Asupra acestor ultime aspecte se va reveni.

1.6. ESTIMAREA PRECIZIEI REZULTATELOR

1.6.1. TESTE DE SEMNIFICAȚIE

Testele de semnificație se pot efectua în două moduri:

a) Folosirea unui număr fix de observații, în care caz, expresia statistică a testului este:

$$U=\frac{\bar{x}-\mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}.$$

Conform tabelului 10, domeniul de acceptare (u) este situat între —1,96 și +1,96 (fig. 13).

b) Utilizarea observațiilor, una cîte una, decizia putîndu-se lua după oricare din observații, dacă este conformă testului respectiv, fapt pentru care testul se mai numește „test succesiv de semnificație".

Pentru aplicarea acestui test sînt necesare următoarele date;

— limita caracteristicii examinate (μ_0);
— abaterea medie patratică a observațiilor făcute (σ);
— diferența care trebuie detectată (δ);
— probabilitățile α și β care, în general au o valoare de 0,025.

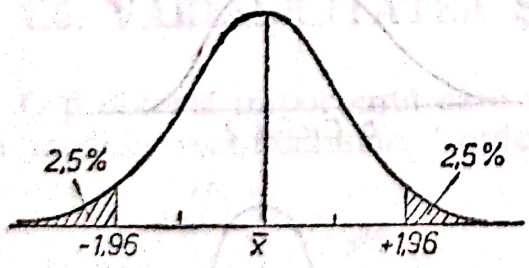


Fig. 13. Distribuția de referință pentru testul de semnificație.

De asemenea sînt necesare următoarele valori care se obțin, după *G. Box și N. Draper*, cu ajutorul relațiilor:

$$h_0=\frac{-b\,\sigma^2}{\delta};\qquad h_1=\frac{a\,\sigma^2}{\delta};\qquad s=\mu_0+\frac{1}{2}\,\delta$$

în care:

$$a=\ln\frac{1-\beta}{\alpha};$$

$$b=\ln\frac{1-\alpha}{\beta}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Testarea propriu zisă cuprinde următoarele operațiuni:

— Se înregistrează fiecare observație pentru care se calculează mărimea: $r=y-s$;

— Se înregistrează suma valorilor r, $\Sigma(r)$.

— Dacă $\Sigma(r)$ se află între valorile h_1 și h_0 se continuă cu altă observație. Dacă $\Sigma(r)$ este mai mare decît h_1 se consideră că s-a obținut o îmbunătățire reală și testul de sistează. Dacă $\Sigma(r)$ este mai mic de h_0 se conchide că nu s-a realizat vrea îmbunătățire și testul se sistează de asemenea.

Pentru aplicarea acestui test se ia ca exemplu un experiment efectuat pentru îmbunătățirea consistenței gemului. Limita de acceptare pentru gem este de 100 g Lüers. Pînă la efectuarea experimentului, media realizată era de 100 g Lüers iar după experiment, de 102 g Lüers.

Cu ajutorul testului se dorește a se cunoaște în ce măsură rezultatul este semnificativ și care este garanția îmbunătățirii.

Datele care vor sta la baza testului sînt:

μ_0 — limita caracteristicii analizate: 100 g Lüers;

σ — abaterea medie a observațiilor făcute: 1,1;

δ — diferența care trebuie detectată: 1;

α — probabilitatea de 0,025;

β — probabilitatea de 0,025.

Cu ajutorul relațiilor de mai sus se obțin valorile necesare efectuării testului:

$$a=\ln\frac{1-\beta}{\alpha}=\ln\frac{1-0{,}025}{0{,}025}=\ln\frac{0{,}975}{0{,}025}=\ln 39=3{,}66$$

$$b=\ln\frac{1-\alpha}{\beta}=\ln\frac{1-0{,}025}{0{,}025}=\ln\frac{0{,}975}{0{,}025}=\ln 39=3{,}66$$

$$h_0=\frac{-b\sigma^2}{\delta}=\frac{-3{,}66\cdot 1{,}1^2}{1}=\frac{-3{,}66\cdot 1{,}21}{1}=\frac{-4{,}43}{1}=-4{,}43$$

$$h_1=\frac{a\sigma^2}{\delta}=\frac{3{,}66\cdot 1{,}1^2}{1}=\frac{3{,}66\cdot 1{,}21}{1}=\frac{4{,}43}{1}=4{,}43$$

$$s=\mu_0+\frac{1}{2}\delta=100+\frac{1}{2}\cdot 1=100+0{,}5=100{,}5.$$

În tabelul 11 sînt prezentate observațiile în ordine cronologică și interpretarea lor conform testului.

Tabelul 11

Test succesiv de semnificație

y	$y-s=r$	$\Sigma(r)$	Evaluarea
103	103−100,5=2,5	2,5	$\Sigma(r)$ fiind cuprins între h_0 și h_1 se continuă
100	100−100,5=−0,5	2,0	Idem
102	102−100,5=1,5	3,5	Idem
102	102−100,5=1,5	5,0	$\Sigma(r)$ este mai mare decît h_1 (4,43) se conchide că s-a realizat o îmbunătățire efectivă a procesului

Scanned with OKEN Scanner

1.6.2. LIMITELE DE ÎNCREDERE

Limitele de încredere constituie un alt mijloc de verificare prin care măsurăm gradul de încredere în rezultatele obținute. Intervalul de încredere cuprinde cu o probabilitate prestabilită, denumită nivel de încredere, valoarea reală a caracteristicii analizate. Limitele de încredere reprezintă limita superioară și inferioară a intervalului de încredere.

Limitele de încredere sînt astfel stabilite încît există siguranța de $(1-\alpha)$ la sută, ca un interval bazat pe valorile din eșantion să includă valoarea mulțimii care se estimează. Alegerea lui α se face după dorință.

Intervalele de încredere se pot stabili atît pentru medie cît și pentru abatarea medie patratică.

Limitele de încredere pentru medie $(\bar{x})$. Sînt două situații în care se pot stabili limitele de încredere pentru medie:

— cînd σ este cunoscut;

— cînd σ nu este cunoscut.

a) În situația în care σ *este cunoscut* se folosește relația:

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Se presupune că în procesul de fabricarea zahărului, în fazele finale, se urmărește caracteristica culoare, exprimată în grade Stammer. Abaterea medie patratică a fost de $\sigma=0{,}13$ iar din mărimea eșantionului compus din 9 probe a rezultat că media $\bar{x}=1{,}0$.

Pe baza relației de mai sus se obțin următoarele date:

$$1{,}0 \pm 1{,}96 \frac{0{,}13}{9} = 1{,}08; \quad 0{,}92$$

1,96 a fost preluat din tabelul 10 și corespunde la 0,4750, respectiv 0,95 ($0{,}4750 \times 2 = 0{,}95$). În acest caz α este egal cu 0,05 ($1-0{,}05=0{,}95$).

Pe baza rezultatelor obținute se poate preciza că există o garanție de 95%, că media lotului este cuprinsă între 0,92 și 1,08 grade Stammer.

b) În ipoteza în care σ *nu este cunoscut* se folosește relația:

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

Preluînd exemplul anterior, abaterea a fost estimată pe baza celor 9 observații, care au constituit eșantionul și s-a obținut $s=0{,}13$.

Folosind relația de mai sus, rezultă:

$$1{,}0 \pm 2{,}306 \cdot \frac{0{,}13}{\sqrt{9}} = 1{,}1; \quad 0{,}9$$

Valoarea 2,306 a fost preluată din tabelul 12 „Distribuția lui t", care se găsește la intersecția coloanei 0,05, cu rîndul corespunzător lui $n=8(9-1)$.

În acest al doilea caz se poate preciza că există o siguranță de 95% ca intervalul 1,1—0,9 să includă media mulțimii.

Scanned with OKEN Scanner

Distribuția lui *t*

	Probabilitatea (include ambele margini)												
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,995	9,925	31,598
3	0,137	0,277	0,424	0,583	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Scanned with OKEN Scanner

Comparînd rezultatul cu exemplul de la punctul a, intervalul de încredere este ceva mai larg, datorită lipsei de cunoaștere a abaterii medii patratice (σ).

Limitele de încredere pentru abaterea medie patratică

Limitele de încredere pentru abaterea medie patratică se stabilesc în funcție de mărimea eșantionului, astfel;

a) În situația în care $n<30$ se folosesc relațiile:

$$\text{Limita superioară} = \sqrt{\frac{(n-1)\cdot s^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}}};$$

$$\text{Limita inferioară} = \sqrt{\frac{(n-1)\cdot s^2}{\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}}}.$$

Presupunînd că $s=0{,}9$ și $n=28$, rezultă:

$$\text{Limita superioară} = \sqrt{\frac{(27)\,(0{,}81)}{14{,}6}} = 1{,}22$$

$$\text{Limita inferioară} = \sqrt{\frac{(27)\,(0{,}81)}{43{,}2}} = 0{,}71$$

Valorile 14,6 și 43,2 au fost preluate din tabelul 13 „Repartiția valorilor funcției χ^2“ pentru $n=28-1=27$ și se găsesc la intersecția coloanei 2,5 ($\chi^2_{0{,}025}$) cu rîndul 27 și respectiv a coloanei 97,5 ($\chi^2_{0{,}975}$) cu rîndul 27.

b) În ipoteza în care $n\geqslant 30$ se folosește relația:

$$\frac{s}{1\pm\frac{z}{\sqrt{2n}}}$$

Preluînd datele de la punctul a, dar considerînd că $n=280$ se obține:

$$\frac{0{,}9}{1\pm\frac{1{,}96}{\sqrt{560}}} = 0{,}83;\quad 0{,}98.$$

1.96 a fost extras din tabelul 10 și corespunde lui $z=0{,}4750$ și respectiv 0,95.

În acest caz, se poate preciza că există o siguranță de 95% ca abaterea medie patratică să fie cuprinsă în intervalul de la 0,83 la 0,98.

*

Estimarea preciziei rezultatelor obținute în schemele EVOP prezintă importanță deoarece cei care efectuiază experimentul sînt puși în

Scanned with OKEN Scanner

Repartiția valorilor funcției χ^2

f	0,05	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0	f
1	$393 \cdot 10^{-9}$	$157 \cdot 10^{-8}$	$393 \cdot 10^{-7}$	$157 \cdot 10^{-6}$	$892 \cdot 10^{-6}$	$393 \cdot 10^{-5}$	0,0158	0,0642	0,148	0,275	1
2	0,00100	0,00200	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	0,211	0,446	0,713	1,02	2
3	0,0153	0,0243	0,0717	0,115	0,216	0,352	0,548	1,00	1,42	1,87	3
4	0,0639	0,0908	0,207	0,297	0,484	0,711	1,06	1,65	2,19	2,75	4
5	0,158	0,210	0,412	0,554	0,831	1,15	1,61	2,34	3,00	3,66	5
6	0,299	0,381	0,676	0,872	1,24	1,64	2,20	3,07	3,83	4,57	6
7	0,485	0,598	0,989	1,24	1,69	2,17	2,83	3,82	4,67	5,49	7
8	0,710	0,857	1,54	1,65	2,18	2,73	3,49	4,59	5,53	6,42	8
9	0,972	1,15	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	5,38	6,39	7,36	9
10	1,26	1,48	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	6,18	7,27	8,30	10
11	1,59	1,83	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	6,99	8,15	9,24	11
12	1,93	2,21	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	7,81	9,03	10,2	12
13	2,31	2,62	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	8,63	9,93	11,1	13
14	2,70	3,02	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	9,47	10,8	12,1	14
15	3,11	3,48	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	10,3	11,7	13,0	15
16	3,54	3,94	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	11,2	12,6	14,0	16
17	3,98	4,42	5,70	6,41	7,56	8,67	10,1	12,0	13,5	14,9	17
18	4,44	4,90	6,26	7,01	8,23	9,39	10,9	12,9	14,4	15,9	18
19	4,91	5,41	6,84	7,63	8,91	10,1	11,7	13,7	15,4	16,9	19
20	5,40	5,92	7,43	8,26	9,59	10,9	12,4	14,6	16,3	17,8	20
21	5,90	6,45	8,03	8,90	10,3	11,6	13,2	15,4	17,2	18,8	21
22	6,40	6,98	8,64	9,54	11,0	12,3	14,0	16,3	18,1	19,7	22
23	6,92	7,53	9,26	10,2	11,7	13,1	14,8	17,2	19,0	20,7	23
24	7,45	8,08	9,89	10,9	12,4	13,8	15,7	18,1	19,9	21,7	24
25	7,99	8,65	10,5	11,5	13,1	14,6	16,5	18,9	20,9	22,6	25
26	8,54	9,22	11,2	12,2	13,8	15,4	17,3	19,8	21,8	23,6	26
27	9,09	9,80	11,8	12,9	14,6	16,2	18,1	22,7	22,7	24,5	27
28	9,66	10,4	12,5	13,6	15,3	16,9	18,9	21,6	23,6	25,5	28
29	10,2	11,0	13,1	14,3	16,0	17,7	19,8	22,5	24,6	26,5	29
30	10,8	11,6	13,8	15,0	16,8	18,5	20,6	23,4	25,5	27,4	30
31	11,4	12,2	14,5	15,7	17,5	19,3	21,4	24,3	26,4	28,4	31
32	12,0	12,8	15,1	16,4	18,3	20,1	22,3	25,1	27,4	29,4	32
33	12,6	13,4	15,8	17,1	19,0	20,9	23,1	26,0	28,3	30,3	33
34	13,2	14,1	16,5	17,8	19,8	21,7	24,0	26,9	29,2	31,1	34
35	13,8	14,7	17,2	18,5	20,6	22,5	24,8	27,8	30,2	32,3	35

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 13 (continuare I)

f	0,05	0,1	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0	30,0	40,0	f
36	14,4	15,3	17,9	19,2	21,3	23,3	25,6	28,7	31,1	33,3	36
37	15,0	16,0	18,6	20,0	22,1	24,1	26,5	29,6	32,1	34,2	37
38	15,6	16,6	19,3	20,7	22,9	24,9	27,3	30,5	33,0	35,2	38
39	16,3	17,3	20,0	21,4	23,7	25,7	28,2	31,4	33,9	36,2	39
40	16,9	17,9	20,7	22,2	24,4	26,5	29,1	32,3	34,9	37,1	40
45	20,1	21,3	24,3	25,9	28,4	30,6	33,4	36,9	39,6	42,0	45
50	23,5	24,7	28,0	29,7	32,4	34,8	37,7	41,4	44,3	46,9	50
55	26,9	28,2	31,7	33,6	36,4	39,0	42,1	46,0	49,1	51,7	55
60	30,3	31,7	35,5	37,5	40,5	43,2	46,5	50,6	53,8	56,6	60
65	33,9	35,4	39,4	41,4	44,6	47,4	50,9	55,3	58,6	61,5	65
70	37,5	39,0	43,3	45,4	48,8	51,7	55,3	59,9	63,3	66,4	70
75	41,1	42,8	47,2	49,5	52,9	56,1	59,8	64,5	68,1	71,3	75
80	44,8	46,5	51,2	53,5	57,2	60,4	64,3	69,2	72,8	76,2	80
85	48,5	50,3	55,2	57,6	61,4	64,7	68,8	73,9	77,7	81,1	85
90	52,3	54,2	59,2	61,8	65,6	69,1	73,3	78,6	82,5	86,0	90
90	56,1	58,0	63,2	65,9	69,9	73,5	77,8	83,2	87,3	90,0	95
100	59,9	61,9	67,3	70,1	74,2	77,9	82,4	87,9	92,1	95,8	100

f	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	95,0	97,5	99,0	99,5	99,9	99,95	f
1	0,455	0,708	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,8	12,1	1
2	1,39	1,83	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6	13,8	15,2	2
3	2,37	2,95	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8	16,3	17,7	2
4	3,36	4,04	4,88	5,90	7,70	9,49	11,1	13,3	14,9	18,5	20,0	4
5	4,35	5,13	6,06	7,29	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7	20,5	22,1	5
6	5,35	6,21	7,23	8,56	10,06	12,6	14,4	16,8	18,5	22,5	24,1	6
7	6,35	7,28	8,38	9,80	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3	24,3	26,0	7
8	7,34	8,35	9,52	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0	26,1	27,9	8
9	8,34	9,41	10,7	12,2	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6	27,9	29,7	9
10	9,34	10,5	11,8	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2	29,6	31,4	10
11	10,3	11,5	12,9	14,6	17,3	19,7	21,9	24,7	26,8	31,3	33,1	11
12	11,3	12,6	14,0	15,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3	32,9	34,8	12
13	12,3	13,6	15,1	17,0	19,8	22,4	24,7	27,7	29,8	34,5	36,5	13
14	13,3	14,7	16,2	18,2	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3	36,1	38,1	14
15	14,3	15,7	17,3	19,3	22,3	25,0	27,5	30,6	32,8	37,7	39,7	15

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 13 (continuare II)

f	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	95,0	97,5	99,0	99,5	99,9	99,95	*f*
16	15,3	16,8	18,4	20,5	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3	39,3	41,3	16
17	16,3	17,8	19,5	21,6	24,8	27,6	30,2	33,4	35,7	40,8	42,9	17
18	17,3	18,9	20,6	22,8	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2	42,3	44,4	18
19	18,3	19,9	21,7	23,9	27,2	30,1	32,9	36,2	38,6	43,8	46,0	19
20	19,3	21,0	22,8	25,0	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0	45,3	47,5	20
21	20,3	22,0	23,9	26,6	29,2	32,7	35,5	38,9	41,4	46,8	49,0	21
22	21,3	23,0	24,9	27,3	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8	48,3	50,5	22
23	22,3	24,1	26,0	28,4	32,0	35,2	38,1	41,6	44,2	49,7	52,0	23
24	23,3	25,1	27,1	29,6	33,2	36,4	39,4	43,0	45,6	51,2	53,5	24
25	24,3	26,1	28,2	30,7	34,4	37,7	40,6	44,3	46,9	52,6	54,9	25
26	25,3	27,2	29,2	31,8	35,6	38,9	41,9	45,6	48,3	54,1	56,4	26
27	26,3	28,2	30,3	32,9	36,7	40,1	43,2	47,0	49,6	55,5	57,9	27
28	27,3	29,2	31,4	34,0	37,9	41,3	44,5	48,3	51,0	56,9	59,3	28
29	28,3	30,3	32,5	35,1	39,1	42,6	45,7	49,6	52,3	58,3	60,7	29
30	29,3	31,1	33,5	36,3	40,3	43,8	47,0	50,9	53,7	59,7	62,2	30
31	30,3	32,2	34,6	37,4	41,4	45,0	48,2	52,2	55,0	61,6	63,6	31
32	31,3	33,4	35,7	38,5	42,6	46,2	49,5	53,5	56,3	62,5	65,0	32
33	32,3	34,4	36,7	39,6	43,7	47,4	50,7	54,8	57,6	63,9	66,4	33
34	33,3	35,4	37,8	40,7	44,9	48,6	52,0	56,1	59,0	65,2	67,8	34
35	34,3	36,5	38,9	41,8	46,1	49,8	53,2	57,3	60,3	66,6	69,2	35
36	35,3	37,5	39,9	42,9	47,2	51,0	54,4	58,6	61,6	68,0	70,6	36
37	36,3	38,5	41,0	44,0	48,4	52,2	55,7	59,9	62,9	69,3	72,0	37
38	37,3	39,6	42,0	45,1	49,5	53,4	56,9	61,2	64,2	70,7	73,4	38
39	38,3	40,6	43,1	46,2	50,7	54,6	58,1	62,4	65,5	72,1	74,7	39
40	39,3	41,6	44,2	47,3	51,8	55,8	59,3	63,7	66,8	73,4	76,1	40
45	44,3	46,8	49,5	52,7	57,5	61,7	65,4	70,0	73,2	80,1	82,9	45
50	49,3	51,9	54,7	58,2	63,2	67,5	71,4	76,2	79,5	86,7	89,6	50
55	54,3	57,0	60,0	63,6	68,8	73,3	77,4	82,3	85,7	93,2	96,2	55
60	59,3	62,1	65,2	69,0	74,4	79,1	83,3	88,4	92,0	99,6	102,7	60
65	64,3	67,2	70,2	74,4	80,0	84,8	89,2	94,4	98,1	106,0	109,2	65
70	69,3	72,4	75,7	79,7	85,5	90,5	95,0	100,4	104,2	112,3	115,6	70
75	74,3	77,5	80,9	85,1	91,1	96,2	100,8	106,4	110,3	118,6	121,9	75
80	79,3	82,6	86,1	90,4	96,6	101,9	106,6	112,3	116,3	124,8	128,3	80
85	84,3	87,7	91,3	95,7	102,1	107,5	112,4	118,2	122,3	131,0	134,5	85
90	89,3	92,8	96,5	101,1	107,6	113,1	118,1	124,1	128,3	137,2	140,8	90
95	94,3	97,9	101,7	106,4	113,0	118,8	123,9	130,0	134,2	143,3	147,0	95
100	99,2	102,9	106,9	111,7	118,5	124,3	129,6	135,8	140,2	149,4	153,2	100

Scanned with OKEN Scanner

situația de a lua decizia de a schimba condițiile de lucru, pe baza rezultatelor obținute. Metodele prezentate mai sus constituie mijloace de evaluare obiectivă a rezultatelor și a garanției obținerii acestora în continuare.

Pentru ca acest aspect să fie asigurat, toate rezultatele care apar în aplicațiile EVOP, în fiecare etapă (ciclu), sînt însoțite de limite $\pm$, care sînt în realitate $\pm$ de două ori abaterea medie patratică pentru valorile respective sau, cum se mai numește dublul erorii standard ($2 \times SE$).

Acestea sînt, de fapt, limite de încredere de aproximativ 95%. Pe măsură ce se execută mai multe cicluri (repetarea variantelor experimentale), limitele erorilor devin mai strînse, deci rezultatele sînt mai sigure.

Scanned with OKEN Scanner

2.
Fundamentarea teoretică a metodei EVOP

2.1. EVOLUȚIA ȘI COMPARAREA PROCESELOR INDUSTRIALE

Elaborarea metodei EVOP de către G. Box și N. Draper a avut la bază studiul proceselor industriale asupra îmbunătățirilor pe care acestea le suferă în timp. S-a constatat astfel, că după mai mulți ani de la darea în funcție a unei unități industriale sau a introducerii unui proces nou, se realizează îmbunătățiri esențiale din punct de vedere al sporului de producție, randamentelor, calității, costurilor etc. Aceste îmbunătățiri se înregistrează în decurs de cîțiva ani de la pornire iar cauzele sînt diverse.

Unele din acestea sînt inerente dării în funcțiune a unor instalații noi, cînd se ivesc greutăți și ne declarăm mulțumiți să obținem produsul, deși acesta se realizează în condiții tehnico-economice inferioare celor proiectate.

Alte îmbunătățiri sînt urmarea firească a trecerii producției de la scară mică la scară industrială. Deși fiecare din etapele: laborator, stație pilot, scară industrială sînt riguros respectate, totuși, în timp, se înregistrează progrese vizibile.

Asupra acestui ultim aspect insistă elaboratorii metodei și acest lucru se explică prin condițiile diferite care există, în cazul producției la scară industrială comparativ cu producția la scară mică. Din acest punct de vedere, multe din îmbunătățiri nu pot fi realizate decît la scară industrială.

Arătăm în fig. 14, după G. Box, reprezentarea care fundamentează operarea evolutivă. În acest exemplu, se prezintă randamentele obținute pentru un proces condus la scară redusă (a) comparativ cu cel realizat la scară industrială.

Din examinarea acestei figuri se observă că prin trecerea de la scara mică la scara industrială, suprafața aferentă randamentului la

Scanned with OKEN Scanner

instalația industrială este deosebită ca formă și poziționare față de suprafața de randament realizată la scară mică.

Randamentul cel mai bun la scara *a* și reprezentat prin punctul *P* se obține la o concentrație de 24% timp de 4 ore, în timp ce randa-

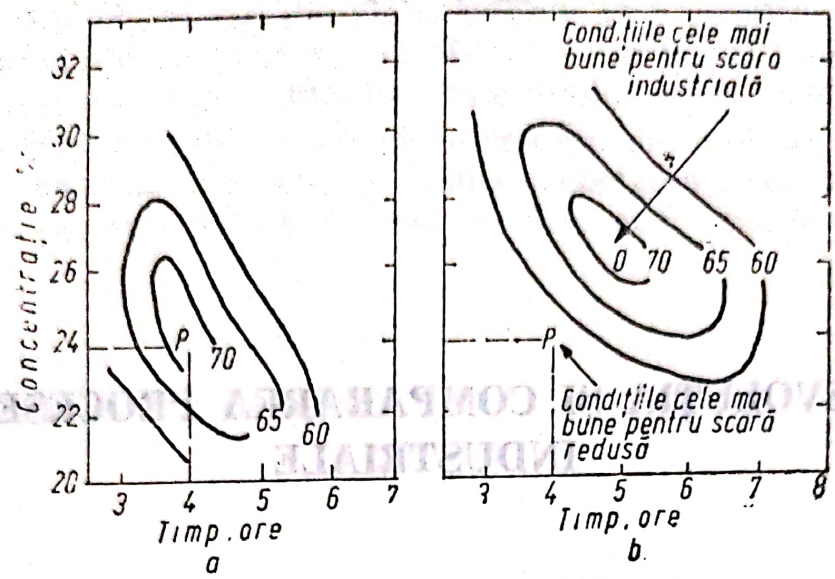


Fig. 14. Compararea randamentelor la scară industrială cu cele obținute la scară redusă.

mentul cel mai bun la scara *b*, reprezentat prin punctul *O*, se realizează la o concentrație de 26% în timp de 5 ore. Randamentul de la punctul *O* nu se poate obține decît în condițiile stabilite la scară industrială.

Compararea din fig. 14 reprezintă un mod simplificat de a înțelege problema, în realitate, factorii care influențează un proces sînt mai mulți iar îmbunătățirile și efectele urmărite sînt diverse și mai complexe.

2.2. CARACTERISTICILE OPERĂRII EVOLUTIVE

Una din caracteristicile importante ale operării evolutive este aceea că ea furnizează, pe parcursul efectuării, o multitudine de informații, care servesc la conducerea experimentului în direcția necesară, din care să rezulte o îmbunătățire. Astfel, aceste informații pot indica care din factorii ce influențează un proces este mai important, prin evaluarea efectelor care se obțin și ce alte modificări trebuie făcute, ca îmbunătățirile să fie cît mai semnificative.

Interpretarea și evaluarea rezultatelor după criterii statistice constituie o altă caracteristică a operării evolutive. Este cunoscut faptul că această modalitate oferă o garanție a concluziilor care se obțin și a modificărilor care trebuie aduse în condițiile de lucru.

Referindu-ne la aplicarea operării evolutive în industria alimentară, această metodă se adresează, cu precădere, tehnologului, specialist în subramura respectivă. Selectarea factorilor de influență a unui proces,

elaborarea schemei și interpretarea rezultatelor cer aprofundate cunoștințe și o practică îndelungată. Dealtfel, metoda se adresează celor din producție dar nu este lipsită de interes pentru cercetători și proiectanți.

O altă caracteristică a metodei EVOP este aceea că se efectuează în condiții normale de desfășurare a proceselor de producție, nefiind necesar a se sista producția sau a se efectua experiențe speciale. De altfel, sistarea producției pentru a afectua experimentele EVOP constituie o contraindicație, deoarece condițiile normale ar fi alterate.

Se știe că activitatea de îmbunătățire a proceselor, sub aspectul productivității, randamentelor, calității, costurilor etc. a constituit totdeauna o preocupare a unităților industriale. De cele mai multe ori, aceste îmbunătățiri erau realizate prin cercetări laborioare și costisitoare în laborator sau în stațiile pilot. Metoda EVOP îngăduie ca acest drum să fie scurtat și realizat în condiții mai economice și mai sigure deoarece instalația industrială reprezintă situația ideală din punct de vedere al reproductibilității fenomenelor la scară mare.

O altă caracteristică a operării evolutive constă în faptul că este o metodă simplă, ce poate fi aplicată de personalul care lucrează în producție. Acesta, după experimentare și verificarea rezultatelor, poate introduce în producție noile condiții de lucru. Pregătirea personalului din producție în cunoașterea și aplicarea metodei EVOP este de asemenea ușoară și nu necesită timp îndelungat.

Aplicarea metodei EVOP de către specialiștii din industria alimentară poate constitui o activitate quasipermanentă, datorită numărului mare de factori, mulțimii sortimentelor și proceselor din fiecare subramură (v. cap. 6). Numărul experimentelor care se pot efectua este practic nelimitat deoarece nici progresul în industria alimentară nu poate fi limitat și totdeauna vor exista noi cerințe. Din acest punct de vedere EVOP-ul poate fi considerat o metodă permanentă de îmbunătățire.

Folosirea metodei EVOP nu necesită investiții sau cheltuieli suplimentare și nu prezintă nici riscul înregistrării unor pierderi pentru motivele ce se vor vedea ulterior. Aceasta reprezintă, fără îndoială, un mare avantaj față de alte metode tradiționale.

Dintr-un anumit punct de vedere se face o analogie între EVOP și selecția naturală. După cum ființele vii evoluează prin mutație genetică sau prin selecție naturală, la fel, de o manieră care se poate compara, mutațiile ar corespunde descoperirilor iar selecția naturală operării evolutive, prin care se înlătură rezultatele nesatisfăcătoare și se selectează cele bune.

2.3. PRINCIPIILE METODEI EVOP

Metoda EVOP are la bază studierea factorilor care influențează un proces. După cum se cunoaște, procesele sînt influențate de diverși factori ca: temperatura, concentrația, pH etc. Astfel, procesul de

Scanned with OKEN Scanner

difuziune la fabricarea zahărului este influențat de temperatură, dimensiunea tăieţeilor de sfeclă, sutiraj, durata de difuziune, calitatea apei pentru difuziune etc.; consistența gemului este condiționată de concentrația în zahăr, proporția de pectină și *p*H; extracția în solvenți la fabricarea uleiului depinde de: temperatura solventului, umiditatea măcinăturii, dimensiunea particulelor, înălțimea stratului etc. Exemple de acest fel sînt numeroase în industria alimentară (v. cap. 5 și 6).

Procesele se desfășoară în cadrul anumitor limite, respectiv la o anumită temperatură, concentrație, pH etc., astfel după cum este practica fiecărei unități sau după cum prevăd instrucțiunile tehnologice elaborate odată cu proiectarea procesului sau produsului.

Modificarea ușoară a parametrilor de lucru a acestor factori aduce, în mod evident, schimbări în rezultatele care se urmăresc într-un proces industrial (randamente, calitate, costuri etc.). Aceste rezultate pot fi pozitive sau negative și prin selectarea lor se ajunge la descoperirea unor noi parametri de lucru, prin care să se obțină îmbunătățiri sensibile.

Schimbarea parametrilor de lucru trebuie făcută lent (operare evolutivă), aplicîndu-se așa numitul concept al „pașilor“ mici. Operarea evolutivă (modificarea lentă) sau efectuarea „pașilor“ mici se face din mai multe motive:

a) **Evitarea producerii rebuturilor sau a unei calități inferioare.** O modificare în limite mari ar putea să conducă la realizarea unor produse cu abateri calitative de la prevederile actelor normative sau chiar la rebuturi. Așadar, factorii care în experimentele EVOP vor fi denumiți și *variabile* sînt modificați față de valoarea inițială, din timp în timp, cu diferențe așa de mici încît, chiar dacă experiența nu conduce la realizarea unui produs sau proces mai bun, nu se pot produce rebuturi sau pagube iar riscul de a fabrica cantități mari de produse necorespunzătoare, în perioada aplicării metodei EVOP este practic inexistent.

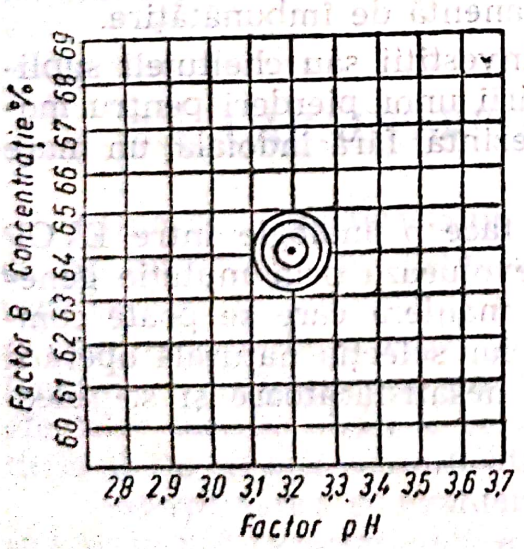


Fig. 15 „Ținta“ parametrilor.

b) **Obținerea informațiilor necesare conducerii experimentului.** Aceste informații sînt utile numai în condițiile unor modificări lente, permițînd aprecierea periodică a rezultatelor și direcționarea experimentului în sensul îmbunătățirilor dorite.

c) **Garanția descoperiri parametrilor superiori.** Modificarea factorilor în limite mari ar putea să omită găsirea soluției superioare. În mod sugestiv, se poate spune că metoda EVOP ne ajută să „tragem la țintă“. În fig. 15 este ilustrată simbolic această „țintă“, care reprezintă parametrii ce trebuie descoperiți și în condițiilor cărora se obțin rezultate mai bune.

Scanned with OKEN Scanner

Procesele sînt, în general, influențate de mulți factori. Se pot lua în studiu doi, trei sau mai mulți factori. Cele mai obișnuite aplicații sînt cele cu doi și trei factori. Se apreciază că analiza simultană a trei factori dă cele mai bune rezultate. După ce criterii se vor selecta factorii?

Unul din criterii trebuie să fie importanța factorilor, înclinînd totdeauna a-i alege pe cei mai însemnați, din punct de vedere al efectului pe care îl au asupra procesului tehnologic și obiectivelor ce se fixează. Este necesar ca factorii respectivi să fie reglabili și măsurabili, pentru a putea realiza cu multă exactitate modificările și respectiv variantele de lucru programate prin experiment.

Factorii care influențează un proces pot fi de două feluri: cantitativi și calitativi.

Factorii (variabilele) cantitativi îndeplinesc condiția de a fi măsurabili, ei putînd fi schimbați la dorință. Din această categorie de factori se pot exemplifica: temperatura, durata tratamentului termic, *p*H-ul, concentrația, timpul de agitare, presiunea, proporția unor aditivi etc.

Factorii (variabilele) calitativi nu pot fi măsurați ușor și nu pot fi modificați la dorință, ca de pildă: calitatea și tipul materiei prime și a materialelor.

În ce privește ceilalți factori, care nu sînt luați în studiu, aceștia vor trebui menținuți, pe cît posibil, constanți pe tot parcursul efectuării experimentului, pentru a anula orice influență, în afara factorilor modificați în mod intenționat prin programul experimental fixat. Variabilitatea rezultatelor peste limite normale va trebui să rezulte numai din schimbările voite ale factorilor luați în studiu.

După cum s-a precizat, experimentul trebuie executat în condițiile unor modificări lente („operare evolutivă") respectiv a efectuării unor „pași" mici. Totuși, se pune întrebarea: care este mărimea optimă a „pașilor"? Recomandările care se pot face în această direcție trebuie să țină seama de două aspecte:

a) Posibilitatea tehnică de a realiza cele mai mici diferențe. De exemplu, la factorul temperatură, mărimea de 1°C, la factorul *p*H, mărimea de 0,1, ș.a.m.d.

b) Estimarea efectului pe care îl poate avea cea mai mică diferență realizabilă din punct de vedere tehnic. Dacă nu se poate aprecia efectul, se va porni de la această mărime, reprezentînd cea mai mică modificare posibilă.

O altă problemă premergătoare aplicării operării evolutive este aceea a fixării obiectivelor ce vor fi urmărite printr-un experiment EVOP. Orizontul acestor obiective este foarte larg, putîndu-se urmări aspecte legate de randament, consumuri specifice, costuri, consumuri energetice, caracteristici de calitate fizico-chimice și senzoriale etc. Se pot urmări unul, două sau mai multe obiective concomitent. Deoarece efortul cu efectuarea experimentului este făcut, este de dorit ca numărul obiectivelor să fie mai mare. Aceasta, atît pentru a obține îmbunătățiri

Scanned with OKEN Scanner

în mai multe direcții cît și în scopul de a verifica în ce măsură îmbunătățirea vreunei caracteristici nu este în detrimentul alteia. Din acest punct de vedere, dacă se urmărește un singur obiectiv sau un număr limitat, experimentul va fi însoțit de verificări și analize periodice și finale a celorlalte rezultate, pentru ca efectul să nu fie compensatoriu în detrimentul altor caracteristici.

2.4. METODA DE LUCRU

Aplicarea metodei începe prin analiza condițiilor de lucru în care se desfășoară procesul curent, care se denumește varianta 1 sau 0.

În varianta 1, factorii (variabilile) *A* și *B* (fig. 16) sînt cei obișnuiți, respectiv cei care se practică în mod curent în cadrul unității care efectuează experimentul. După ce se fac observațiile necesare, se trece la executarea variantei 2, în care atît factorul *A* cît și factorul *B* sînt mai mici, respectiv la un nivel inferior față de procesul curent (varianta 1).

Apoi, în varianta 3, factorul *A* și *B* se modifică la un nivel superior față de procesul curent. În varianta 4, factorul A este mai mare iar factorul *B* este mai mic în raport de procesul curent. În sfîrșit, în varianta 5, factorul *A* este mai mic iar factorul *B* este mai mare față de procesul curent.

Schema din fig. 16 constituie de altfel baza de plecare a unui experiment EVOP.

Efectuarea a cîte unui experiment din fiecare din cele 5 variante poartă denumirea de *ciclu*. Fără îndoială, că rezultatele unui ciclu, respectiv a unui singur experiment de fiecare variantă, nu pot să fie edificatoare. Este necesar să se execute 4—10 cicluri, în condițiile schemei elaborate, pentru a dispune de elemente convingătoare în ce privește concluziile experimentului. Efectuarea unui set complet de 4—10 cicluri se numește *fază*.

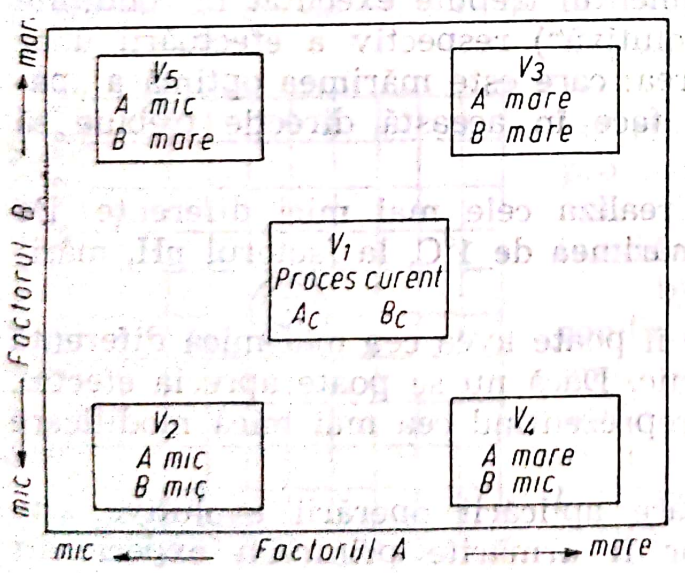


Fig. 16. Schema operării evolutive (EVOP) cu doi factori.

În legătură cu numărul de cicluri care trebuie efectuate indicații categorice nu se pot da. Ca linie generală, se poate recomanda să se execute atîtea cicluri, pînă cînd se va observa că în una din variante se obțin, în mod constant, rezultate mai bune.

Se poate întîmpla ca după epuizarea celor 4—10 cicluri să nu se obțină diferențe sensibile. În acest caz, se va trece la o altă fază, în care se va continua experiențele cu încă 4—10 cicluri în alte direcții, repre-

Scanned with OKEN Scanner

zentînd modificări mai mari ale factorilor A și B, pînă cînd apar diferențe semnificative, în ce privește scopul urmărit (randament mai bun, productivitate sporită, calitate superioară, costuri mai mici etc.).

În timpul acestor experiențe se vor urmări celelalte caracteristici ale indicatorilor calitativi și, în special limitele extreme, pentru a se asigura conformitatea cu actul normativ și vandabilitatea produsului.

Fiecare fază va fi dusă pînă la capătul celor 10 cicluri pentru a justifica modificarea, în limite mai mari, a factorilor cînd începe o altă fază a aplicației EVOP.

În ipoteza în care, după prima fază de 4—10 cicluri, una din variantele periferice (V_2, V_3, V_4, V_5) a fost găsită sensibil superioară variantei centrale (V_1), se vor putea lua una din următoarele două decizii:

a) Varianta periferică, care a fost găsită superioară, devine varianta centrală (V'_1), iar varianta centrală anterioară va servi ca una din cele patru variante periferice (V'_2, V_3', V_4' sau V'_5). Experiențele vor continua cu o nouă fază, în condițiile noilor parametri, pentru a obține rezultate superioare celor realizate în faza I.

b) Varianta periferică, care a fost stabilită ca fiind superioară și în care s-au realizat rezultate mai bune, se introduce în procesul de producție, înlocuind parametrii vechi.

Se poate întîmpla, în cazuri cu totul izolate, ca varianta 1 (procesul curent) să fie în mod evident mai bună decît celelalte variante. În această situație, dar numai după epuizarea tuturor ciclurilor și fazelor, în toate direcțiile de modificare a celor doi sau trei factori, studiul EVOP nu va mai fi continuat.

În cazul analizei simultane a trei factori, schema pe baza căreia se elaborează variantele de lucru este un cub (fig. 17). Colțurile cubului reprezintă variantele periferice, respectiv cele modificate, iar în mijlocul cubului, se află variantele procesului curent.

Punctele centrale O și ∅ reprezintă condițiile curente ale procesului. Variantele 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 sînt cele 8 variante (condiții de lucru) obținute prin combinarea valorilor superioare și inferioare a fiecărei variabile și ele se stabilesc potrivit acestei scheme, astfel:

În varianta 1, factorul A este mai mic, factorul B mai mic și factorul C de asemenea mai mic, evident, în raport de procesul curent.

În varianta 2, factorul A este mai mare, factorul B este mai mare și factorul C mai mic.

În varianta 3, factorul A este mai mare, factorul B mai mic și factorul C mai mare.

În varianta 4, factorul A este mai mic, factorul B mai mare și factorul C mai mare.

În varianta 5, factorul A este mai mic, factorul B mai mic și factorul C mai mare.

În varianta 6, factorul A este mai mare, factorul B mai mare și factorul C mai mare.

În varianta 7, factorul A este mai mare, factorul B mai mici și factorul C mai mic.

Scanned with OKEN Scanner

În sfîrșit, în varianta 8, factorul A este mai mic, factorul B mai mare și factorul C mai mic.

Pentru a putea fi urmărite, cele 8 variante ale schemei sînt împărțite în două blocuri a cîte patru variante periferice cu un punct central asociat fiecărui bloc (fig. 18). Punctul central reprezintă condițiile de lucru ale procesului curent.

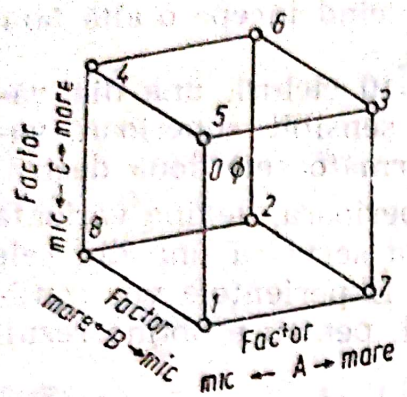


Fig. 17. Schema EVOP cu trei factori.

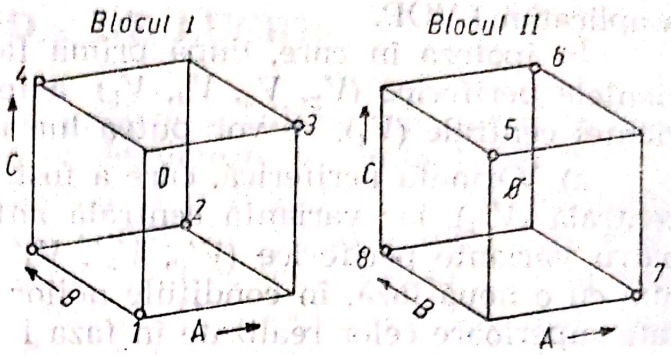


Fig. 18. Împărțirea schemei EVOP cu trei factori în două blocuri.

Atît în schemele EVOP cu doi factori, cît și în cele cu trei factori, ordinea prezentată trebuie respectată, fiind considerată o dispunere standard a variantelor. Modificările trebuie să fie de același ordin de mărime, și în sus și în jos.

2.5. FORMULARE UTILIZATE ȘI MODUL DE COMPLETARE

Pe parcursul efectuării experimentului EVOP rezultă un volum însemnat de informații. Ele sînt prezentate pe un panou vizibil sau pe o tablă, pe care se scrie cu creta, astfel încît personalul interesat să poată urmări progresele operațiunilor. În lipsa acestora se pot utiliza formulare tipizate.

Un asemenea tablou cuprinde:

— condițiile de lucru, respectiv numărul de ordine al variantelor (1), (2), (3), (4) și (5);
— datele de ciclul anterior;
— mediile din ciclul anterior;
— date rezultate din observațiile curente („observații noi")
— compararea datelor anterioare cu cele ale ciclului interesat;
— calculul mediilor;
— calculul abaterii medii patratice;
— calculul efectelor;
— calculul erorilor limită.

Scanned with OKEN Scanner

2.5.1. FORMULARE PENTRU PROGRAMUL EVOP CU DOUĂ VARIABILE

Modelul unui asemenea formular este prezentat în tabelul 14.

Rezultatele se înregistrează pe măsura executării fiecărei variante iar complectarea formularea se face la sfîrşitul fiecărui ciclu. Vor exista atîtea formulare (tabele) cîte cicluri se efectuază.

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 14*

Faza
Scop

Data
Proces

Ciclul $n=$

Calculul mediilor Variante de lucru	(0) (1) (2) (3) (4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior		Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior		Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi		„s“ nou=amplitudine $\times f_{5n}$
IV. Diferenţe II—III		Amplitudine=
V. Sume noi		Suma nouă a lui s=
VI. Medii noi		Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efectul factorului $A($ $)=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm$
Efectul factorului $B($ $)=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm$
Efectul factorilor $(A\times B)$ ($)=$ $=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm$
Efectul de schimbarea mediei= $=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=$	Evaluarea anterioară a lui $\sigma=$

Scanned with OKEN Scanner

Datele generale din capul de tabel se referă la numărul fazei (I, II etc.), scopul experimentului (îmbunătățirea caracteristicei culoare, reducerea costurilor etc.), numărul ciclului ($n=1$, $n=2$ ș.a.m.d.), data efectuării experimentului și procesul care formează obiectul experimentului EVOP (difuziune, concentrare, extracție etc).

Complectarea formularelor, pe fiecare ciclu în parte, se efectuează astfel:

Ciclul 1. Atît în ciclul 1 cît și în celelalte cicluri, prima notare constă în înregistrarea în rîndul III („observații noi") a rezultatelor obținute pe măsura executării fiecărei variante. Astfel, în tabelul 15, în rîndul III,

Tabelul 15

Program EVOP cu două variabile

Faza / Scop	Ciclul $n=1$					Data / Proces
Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abateri
I. Date din ciclul anterior						Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior						Media anterioară a lui $s=$
III. Observații noi	7	6	8	5	9	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$
IV. Diferențe II — III						Amplitudine =
V. Sume noi	7	6	8	5	9	Suma nouă a lui $s=$
VI. Medii noi	7	6	8	5	9	Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efectul factorului

$$A(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-1$$

Efectul factorului

$$B(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=3$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ $(\quad)=$

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=0$$

Efectul de schimbarea mediei =

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1=0$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4{,}2$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4{,}2$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 3{,}76$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=2{,}1$

Scanned with OKEN Scanner

se înregistrează următoarele valori, pe fiecare variantă în parte: 7, 6, 8, 5, 9, care reprezintă notele acordate unei caracteristici calitative într-un experiment EVOP, în sistemul de notație 1—10.

Pentru ciclul 1, rîndurile I „date din ciclul anterior" și rîndul II „Media ciclului anterior" nu se completează, neexistînd un ciclu anterior. De asemenea, nu se completează nici rîndul IV „Diferențe II—III", deoarece nu există date înregistrate în rîndul II. În rîndurile V „Sume noi" și VI „Medii noi" se înregistrează valorile notate în rîndul III „Observații noi" (această identitate este aplicabilă numai în ciclul I).

În ce privește calculul efectelor, pentru fiecare din efecte este dat în tabel o relație, în care simbolul y reprezintă mediile noi înregistrate în rîndul VI (y_1 reprezintă valoarea corespunzătoare variantei 1, y_2 cea corespunzătoare variantei 2 ș.a.m.d.) Astfel:

$$\text{Efectul factorului } A = \frac{1}{2}(y_3 + y_4 - y_2 - y_5) = \frac{1}{2}(8+5-6-9) = -1$$

$$\text{Efectul factorului } B = \frac{1}{2}(y_3 + y_5 - y_2 - y_4) = \frac{1}{2}(8+9-6-5) = 3$$

$$\text{Efectul factorilor } A \times B = \frac{1}{2}(y_2 + y_3 - y_4 - y_5) = \frac{1}{2}(6+8-5-9) = 0$$

$$\text{Efectul de schimbarea mediei} = \frac{1}{5}(y_2 + y_3 + y_4 + y_5 - 4y_1) =$$

$$= \frac{1}{5}(6+8+5+9) - (4 \times 7) = 0$$

Asupra efectelor factorilor, în ce privește semnificația, calculele și interpretarea acestora, se va reveni.

Referitor la partea dreaptă a tabelului, aceasta, în ciclul I nu se completează, în afară de calculul erorilor limită, pentru care relațiile respective sînt precizate în partea dreaptă de jos a tabelului. Calculul erorilor se efectuează pentru medii, pentru efecte și pentru schimbarea mediei, folosindu-se un tabel ajutător (tabelul 16).

Calculul erorii limită este bazat și pe abaterea medie patratică deoarece în ciclul 1 nu există date suficiente prin care să se determine abaterea medie patratică, se folosește o apreciere anterioară a abaterii, bazată pe estimări ale procesului curent, înainte de începerea experimentului (v. 2.6).

În cazul exemplificat, s-a stabilit că evaluarea anterioară a abaterii este de $\sigma = 2{,}1$, astfel că rezultă următoarele erori:

$$\text{Eroarea pentru medii noi: } \pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm \frac{2}{\sqrt{1}} \cdot 2{,}1 = \pm 4{,}2$$

$$\text{Eroarea pentru efecte noi: } \pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm \frac{2}{\sqrt{1}} \cdot 2{,}1 = \pm 4{,}2$$

$$\text{Eroarea pentru schimbarea mediei: } \pm \frac{1{,}79}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm \frac{1{,}79}{\sqrt{1}} \cdot 2{,}1 = \pm 3{,}76$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 16

Factorii de multiplicare

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f_{sn}		0,30	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,40	0,41
$\frac{1}{n-1}$		1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11
$\frac{2}{\sqrt{n}}$	2,00	1,41	1,15	1,00	0,89	0,82	0,76	0,71	0,67	0,63
$\frac{1,79}{\sqrt{n}}$	1,79	1,26	1,03	0,89	0,80	0,73	0,68	0,63	0,60	0,57
$\frac{1,41}{\sqrt{n}}$	1,41	1,00	0,82	0,71	0,63	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45
$\frac{1,26}{\sqrt{n}}$	1,26	0,89	0,73	0,63	0,56	0,51	0,48	0,45	0,42	0,40
$\frac{1}{2(n-1)}$		0,50	0,25	0,17	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
$\frac{1}{n}$	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,10

După cum se poate observa n reprezintă numărul ciclului. Asupra semnificației erorilor a se vedea 2.10.

Ciclul 2. Și la acest ciclu se începe prin înregistrarea în rîndul III („observații noi") a rezultatelor obținute pe fiecare variantă în parte, respectiv 6, 5, 7, 4, 7 (tabelul 17).

În rîndul I „Date din ciclul anterior" se transferă datele din rîndul V „Sume noi" din ciclul anterior, respectiv ciclul I, iar în rîndul II, „Media ciclului anterior" se transferă valorile din rîndul VI „Medii noi" a ciclului 1.

Diferențele dintre valorile trecute pe rîndurile II și III, pe fiecare variantă în parte, sînt înscrise în rîndul IV „Diferențe II—III".

Rîndul V „Sume noi", se obține din însumarea valorilor prevăzute în rîndurile I și III, pe fiecare variantă în parte, iar rîndul VI „Medii noi" rezultă din divizarea sumelor noi prin numărul ciclului, respectiv 2 sau prin înmulțirea valorilor înregistrate în rîndul V („Sume noi") cu factorul de multiplicare $\frac{1}{n}$.

Partea dreaptă a tabelului 17 („calculul abaterii") începe prin completarea rîndului IV („Amplitudine"). Amplitudinea se stabilește prin diferența dintre valoarea cea mai mare și valoarea cea mai mică înregistrată în rîndul IV. Pentru ușurința calculului acestea vor fi subliniate. Rezultatul se înscrie în partea dreaptă a rîndului IV.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 17

Program EVOP cu două variabile

Faza — Data

Scop — Proces

Ciclul $n=2$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	7	6	8	5	9	Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior	7	6	8	5	9	Media anterioară a lui $s=$
III. Observații noi	6	5	7	4	7	„s“ nou = amplitudine × $\times f_{5n}=0{,}30$
IV. Diferențe II—III	1	1	1	1	2	Amplitudine = 1
V. Sume noi	13	11	15	9	16	Suma nouă a lui $s=0{,}30$
VI. Medii noi	6,5	5,5	7,5	4,5	8	Media nouă a lui $s=0{,}30$

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efectul factorului $A(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-0{,}75$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}41\cdot 2{,}1=\pm 2{,}96$
Efectul factorului $B(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=2{,}75$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}41\cdot 2{,}1\pm 2{,}96$
Efectul factorilor $(A\times B)\ (\quad)=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=0{,}25$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}26\cdot 2{,}1=\pm 2{,}65$
Efectul de schimbarea mediei $=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0{,}1$	Evaluarea anterioară a lui $\sigma=2{,}1$

Amplitudinea se multiplică apoi cu f_{5n} din tabelul 16 iar rezultatul se trece în partea dreaptă a rîndului III („s“ nou).

Rîndul I din partea dreaptă „Valoarea anterioară a lui s“ și rîndul II „Media anterioară a lui s“ rămîn necompletate pentru ciclul 2. În rîndul V („suma nouă a lui s“ și rîndul VI „media nouă a lui s“ sînt identice (în ciclul 2) cu rîndul III „s nou“.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul efectelor se execută astfel cum s-a indicat la ciclul 1.

În ce privește calculul erorilor limită, nu se poate folosi încă noua abatere medie patratică deoarece, după două cicluri, calculul ar fi nesigur. Pentru acest motiv și în ciclul 2 se va utiliza evaluarea anterioară a lui s.

În mod obișnuit, va trebui să se aștepte ca trei cicluri să fie duse la bun sfîrșit, pentru a se obține valori ale abaterii medii patratice, ce se vor lua în calcul.

Ciclul 3 (tabelul 18). Rezultatele obținute („observații noi"), înregistrările și calculele se efectuază potrivit celor arătate la ciclul 1 și ciclul 2, cu următoarele mențiuni:

Tabelul 18

Program EVOP cu două variabile

Faza / Scop	Ciclul $n=3$					Data / Proces
Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	13	11	15	9	16	Valoarea anterioară a lui $s=0{,}30$
II. Media ciclului anterior	6,5	5,5	7,5	4,5	8	Media anterioară a lui $s=0{,}30$
III. Observații noi	7	5	6	5	8	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0{,}70$
IV. Diferențe II—III	**−0,5**	0,5	**1,5**	−0,5	0	Amplitudine = 2,0
V. Sume noi	20	16	21	14	24	Suma nouă a lui $s=1{,}0$
VI. Medii noi	6,66	5,33	7,0	4,66	8	Media nouă a lui $s=0{,}50$

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efectul factorului $A(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-0{,}84$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}15\cdot 0{,}50=\pm 0{,}57$
Efectul factorului $B(\quad)=\frac{1}{2}(y_3=y_5-y_2-y_4)=2{,}50$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}15\cdot 0{,}50=\pm 0{,}57$
Efectul factorilor $(A\times B)=$ $=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0{,}16$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}03\cdot 0{,}50=0{,}52$
Efectul de schimbarea mediei= $=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0{,}33$	

Scanned with OKEN Scanner

Rîndurile din dreapta „valoarea anterioară a lui s“ (rîndul I) și „Media anterioară a lui s“ (rîndul II) se completează preluînd valoarea înregistrată în rîndurile III, V și VI a ciclului anterior (ciclul 2).

„Suma nouă a lui s“ rîndul V se obține din „valoarea anterioară a lui s“ (rîndul I), la care se adaugă „s nou“ (rîndul III).

Tabelul 19

Program EVOP cu două variabile

Faza
Scop

Data
Proces

Ciclul $n=4$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	20	16	21	14	24	Valoarea anterioară a lui $s=1,0$
II. Media ciclului anterior	6,66	5,33	7,0	4,66	8	Media anterioară a lui $s=0,50$
III. Observații noi	7	6	7	4	8	„s“ nou = amplitudine $\times$ $\times\, i_{5n}=0,49$
IV. Diferențe II — III	−0,34	**−0,67**	0	**0,66**	0	Amplitudine = 1,33
V. Sume noi	27	22	28	18	32	Suma nouă a lui $s=1,49$
VI. Medii noi	6,75	5,50	7,0	4,50	8	Media nouă a lui $s=0,50$

Calculul efectelor

Efectul factorului

$A(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-1$

Efectul factorului

$B(\quad)=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=2,5$

Efectul factorilor $(A\times B)$

$(\quad)=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=0$

Efectul de schimbarea mediei =

$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0,4$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,50$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,50$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,44$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a obține „media nouă a lui s“ (rîndul VI) se divide „suma nouă a lui s“ (rîndul V) prin n—1 sau se multiplică cu $n\frac{1}{n-1}$ factor ce se găsește în tabelul 16.

Calcul erorilor limită se efectuează cu ajutorul abaterii rezultate din experiment și care se obțin în rîndul VI „Media nouă a lui s“ (în cazul exemplificat: 0,50).

Ciclul 4 (tabelul 19). Înregistrările în ciclul 4 se fac potrivit detaliilor arătate în ciclurile anterioare, cu următoarele completări:

În rîndul I din partea dreaptă a tabelului „Valoarea anterioară a lui s“ se transferă valoarea prevăzută în ciclul anterior (ciclul 3) în rîndul V („Suma nouă a lui s“) iar în rîndul II („Media anterioară a lui s“) se preia valoarea înscrisă în rîndul VI („Media nouă a lui s“) a ciclului anterior.

Restul înregistrărilor se fac potrivit indicațiilor date în ciclurile anterioare.

2.5.2. FORMULARE PENTRU PROGRAME EVOP CU TREI VARIABILE

În cazul efectuării unui program EVOP cu trei factori (variabile) se folosesc formulare distincte pentru cele două blocuri.

Modelele acestor formulare sînt prezentate în tabelele 20 și 21.

Tabelul 20

Program EVOP cu trei variabile

Faza Scop	Ciclul n=1 Blocul I					Data Proces
Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile) =
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observații noi (pentru blocul I)	7,5	5,5	6,8	6,7	7,0	„s“ nou = amplitudine × f_{5n} =
IV. Diferențe II—III						Amplitudine =
V. Sume noi (pentru blocul I)	7,5	5,5	6,8	6,5	7,0	Sumă nouă a lui s= (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,5	5,5	6,8	6,5	7,0	

Evaluarea anterioară a lui σ=0,15.

Tabelul 21

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	7,2	4,5	8,2	7,1	6,6	„s nou“=amplitudine× $\times f_{5n}$=
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	7,2	4,5	8,2	7,1	6,6	Suma nouă a lui s= (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	7,2	4,5	8,2	7,1	6,6	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ ×suma nouă a lui s=

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=1{,}25$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=1{,}25$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=0{,}05$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0{,}55$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0{,}35$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0{,}85$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0{,}15$

Media condiţiilor de referinţă=7,35
Media fără condiţii de referinţă=6,52
Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,69
Schimbarea mediei=—0,66

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2\cdot 0{,}75=$

$=\pm 1{,}50$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}41\cdot 0{,}75=$

$=\pm 1{,}06$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}26\cdot 0{,}75=$

$=\pm 0{,}94$

Scanned with OKEN Scanner

Datele generale din capul de tabel se completează după aceleași indicații, care au fost prezentate în programul EVOP cu două variabile.

În ce privește numărul de formulare, de data aceasta vor exista cîte două tabele de fiecare ciclu corespunzător celor două blocuri și un număr total de tabele, echivalent cu numărul ciclurilor.

Completarea formularelor, pe fiecare ciclu și bloc în parte, se efectuează astfel:

Ciclul 1, blocul I (tabelul 20) cuprinde în rîndul III „Observații noi" rezultatele pentru variantele 0, 1, 2, 3 și 4, care reprezintă note acordate pentru un indicator de calitate.

Aceleași date sînt trecute și în rîndurile V și VI. Ca și în experimentul cu doi factori, rîndurile I, II și IV nu se completează pentru ciclul I. De asemenea, nu se completează nici partea dreaptă a tabelului.

Ciclul I, blocul II (tabelul 21) se completează la fel ca și blocul I, cuprinzînd rezultatele pentru variantele ∅, 5, 6, 7, 8. Tabelul cuprinde, în plus, calculul efectelor și calculul erorilor limită.

Calculul efectelor pentru ciclul I se efectuează astfel:

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(7{,}10+6{,}80+6{,}50+8{,}20)-\frac{1}{4}(5{,}50+6{,}60+4{,}50+7{,}0)$$

$$\text{Efect } A=7{,}15-5{,}90=1{,}25$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(6{,}60+6{,}80+7{,}0+8{,}20)-\frac{1}{4}(5{,}50+7{,}10+4{,}50+6{,}5)$$

$$\text{Efect } B=7{,}15-5{,}90=1{,}25$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2);$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(4{,}50+6{,}50+7{,}0+8{,}20)-\frac{1}{4}(5{,}50+7{,}10+6{,}60+6{,}80);$$

$$\text{Efect } C=6{,}55-6{,}50=0{,}05$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(5{,}50+6{,}80+4{,}50+8{,}20)-\frac{1}{4}(7{,}10+6{,}60+6{,}50+7{,}0);$$

$$\text{Efect } AB=6{,}25-6{,}80=-0{,}55$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(5{,}50+6{,}60+6{,}50+8{,}20)-\frac{1}{4}(7{,}10+6{,}80+4{,}50+7{,}0);$$

$$\text{Efect } AC=6{,}70-6{,}35=0{,}35$$

Scanned with OKEN Scanner

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)$;

Efect $BC=\frac{1}{4}(5{,}50+7{,}10+7{,}0+8{,}20)-\frac{1}{4}(6{,}60+6{,}80+4{,}50+6{,}50)$;

Efect $BC=6{,}95-6{,}10=0{,}85$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)$;

Efect $ABC=\frac{1}{4}(7{,}10+6{,}60+4{,}50+8{,}20)-\frac{1}{4}(5{,}50+6{,}80+6{,}50+7{,}0)$;

Efect $ABC=6{,}60-6{,}45=0{,}15$.

Dat fiind numărul mare de factori și variante cît și efectul lor combinat, calculul, deși simplu, este laborios. Un alt mod de calcul va fi arătat la 2.8.

Calculul erorilor limită din tabelul 21 se execută cu ajutorul evaluării anterioare a abaterii și a tabelului 16′ („Factori de multiplicare"), astfel:

Eroarea pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2\cdot 0{,}75=\pm 1{,}50$

Eroarea pentru efecte: $\pm\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}41\cdot 0{,}75=\pm 1{,}06$

Eroarea pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s\pm 1{,}26\cdot 0{,}75=\pm 0{,}94$

Față de experimentul EVOP cu doi factori, tabelul pentru programul EVOP cu trei factori mai cuprinde:

Media condițiilor de referință reprezintă media celor două „medii noi" ale procesului curent:

$$\frac{7{,}50+7{,}20}{2}=735$$

Media fără condiții de referință: este media celor opt „medii noi", în care nu sînt cuprinse cele două variante ale procesului curent:

$$\frac{5{,}50+6{,}80+6{,}50+7{,}0+4{,}50+8{,}20+7{,}10+6{,}60}{8}=6{,}52$$

Media, inclusiv condițiile de referință, reprezintă media celor zece „medii noi":

$$\frac{7{,}50+5{,}50+6{,}80+7{,}0+7{,}20+4{,}50+8{,}20+7{,}10+6{,}60}{10}=6{,}69$$

Schimbarea mediei se obține scăzînd din media inclusiv condițiile de referință, media condițiilor de referință:

$$6{,}69-7{,}35=-0{,}66$$

Scanned with OKEN Scanner

Ciclul 2 Blocul I (tabelul 22). În rîndul I „Date din ciclul anterior" se transferă valorile care au fost înregistrate în ciclul 1 blocul I în rîndul V „Sume noi", iar în rîndul II „Media anterioară" se transferă cele din rîndul VI „Medii noi" (ciclul I blocul I). În rîndul III se înscriu ca și în ciclul I, rezultatele obținute pe fiecare variantă în parte.

Tabelul 22

Program EVOP cu trei variabile

Faza — Ciclul $n=2$ — Data
Scop — Blocul I — Proces

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	7,5	5,5	6,8	6,5	7,0	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,5	5,5	6,8	6,5	7,0	
III. Observații noi (pentru blocul I)	7,0	6,2	6,4	7,1	6,5	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,36
IV. Diferențe II—III	**0,5**	**— 0,7**	0,40	—0,6	0,50	Amplitudine=1,2
V. Sume noi (pentru blocul I)	14,5	11,7	13,2	13,6	13,5	Sumă nouă a lui s=0,36 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,25	5,85	6,6	6,8	6,75	

În rîndul V „Sume noi" se înregistrează totalurile rezultate din însumarea valorilor prevăzute în rîndul I. „Date din ciclul anterior" și rîndul III „Observații noi", pe fiecare variantă în parte.

Datele din rîndul VI „Medii noi" se obțin prin divizarea „sumelor noi" prevăzute în rîndul V la numărul ciclului, respectiv la 2.

Partea dreaptă a tabelului (calculul abaterii) se completează astfel:

„Amplitudinea" (rîndul IV) se stabilește prin diferența dintre valoarea cea mai mare și valoarea cea mai mică înregistrate în rîndul IV. Pentru ușurința calculului și evitarea erorilor, acestea vor fi subliniate.

Rîndul III („s" nou) se obține prin multiplicarea amplitudinii cu factorul f_{5n} prevăzut în tabelul 16.

În ciclul 2 blocul I, valoarea înscrisă în rîndul V „Suma nouă a lui s" va fi identică cu cea din rîndul III „s" nou.

Ciclul 2, blocul II (tabelul 23). Pentru partea stîngă a tabelului „calculul mediilor", rîndurile I—VI, nu sînt de făcut observații suplimentare. Acesta se completează potrivit celor arătate la ciclul 2, blocul I.

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile *Tabelul 23*

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(Ø)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	7,2	4,5	8,2	7,1	6,6	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,36
II. Media anterioară (pentru blocul II)	7,2	4,5	8,2	7,1	6,6	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	7,9	4,8	8,7	6,8	7,2	„s nou“=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,30
IV. Diferenţe II—III	−0,7	−0,3	−0,5	0,3	−0,6	Amplitudine=1,0
V. Sume noi (pentru blocul II)	15,1	9,3	16,9	13,9	13,8	Suma nouă a lui s=0,66 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	7,55	4,65	8,45	6,95	6,90	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$suma nouă a lui s=0,33

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=1,16$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=1,11$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=0,09$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,46$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,76$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,76$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,23$

Media condiţiilor de referinţă=7,40
Media fără condiţii de referinţă=6,62
Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,77
Schimbarea mediei=−0,63

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,41\times 0,33=$
$=\pm 0,46$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,0\times 0,33=$
$=\pm 0,33$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,89\times 0,33=$
$=\pm 0,29$

Scanned with OKEN Scanner

În ce privește partea dreaptă a tabelului este de făcut o precizare, de natură să diferențieze modul de completare a celor două părți. În partea dreaptă „Calculul abaterii", înregistrarea datelor se face preluînd datele din blocul anterior, în timp ce în partea stîngă „Calcul mediilor", datele se preiau din ciclul anterior. Astfel, în rîndul I, suma anterioară a lui s (0,36) se preia din rîndul V („suma nouă a lui s") a blocului anterior (bloc I). Amplitudinea (rîndul IV) și „s" nou (rîndul III) se completează ca și pentru blocul I. Suma nouă a lui s (rîndul V) provine din însumarea valorilor înregistrate în rîndul I („suma anterioară a lui s") și rîndul III („s" nou). Rîndul VI (media lui s) se obține din multiplicarea sumei noua a lui s cu factorul prevăzut în tabelul 16 pentru relația: $\frac{1}{2(n-1)}$.

Calcul efectelor pentru ciclul 2 se execută astfel:

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(6{,}95+6{,}60+6{,}80+8{,}45)-\frac{1}{4}(5{,}85+6{,}90+4{,}65+6{,}75);$$

$$\text{Efect } A=7{,}20-6{,}04=1{,}16$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(6{,}90+6{,}60+6{,}75+8{,}45)-\frac{1}{4}(5{,}85+6{,}95+4{,}65+6{,}80);$$

$$\text{Efect } B=7{,}17-6{,}06=1{,}11$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2);$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(4{,}65+6{,}80+6{,}75+8{,}45)-\frac{1}{4}(5{,}85+6{,}95+6{,}90+6{,}60);$$

$$\text{Efect } C=6{,}66-6{,}57=0{,}09$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4);$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(5{,}85+6{,}60+4{,}65+8{,}45)-\frac{1}{4}(6{,}95+6{,}90+6{,}80+6{,}75);$$

$$\text{Efect } AB=6{,}39-6{,}85=-0{,}46$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(5{,}85+6{,}90+6{,}80+8{,}45)-\frac{1}{4}(6{,}95+6{,}60+4{,}65+6{,}75);$$

$$\text{Efect } AC=7-6{,}24=0{,}76$$

Scanned with OKEN Scanner

Efect $BC = \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)$;

Efect $BC = \frac{1}{4}(5{,}85+6{,}95+6{,}75+8{,}45) - \frac{1}{4}(6{,}90+6{,}60+4{,}65+6{,}80)$;

Efect $BC = 7 - 6{,}24 = 0{,}76$

Efect $ABC = \frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)$;

Efect $ABC = \frac{1}{4}(6{,}95+6{,}90+4{,}65+8{,}45) - \frac{1}{4}(5{,}85+6{,}60+6{,}80+6{,}75)$;

Efect $ABC = 6{,}73 - 6{,}50 = 0{,}23$.

Calculul erorilor limită se efectuează ca și în ciclul 1 cu următoarele mențiuni:

— spre deosebire de programul EVOP cu două variabile, începînd cu ciclul 2 nu se mai folosește evaluarea anterioară a abaterii ci abaterea obținută din experiment și care este înscrisă în rîndul VI „Media lui s“ al ciclului 2, blocul II.

— se folosesc factorii de multiplicare prevăzuți în tabelul 16 pentru ciclul $n=2$.

Calculul propriu-zis se efectuează astfel:

Eroarea pentru medii noi: $\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 1{,}41 \times 0{,}33 = \pm 0{,}46$

Eroarea pentru efecte noi: $\pm \frac{1{,}41}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 1{,}0 \times 0{,}33 = \pm 0{,}33$

Eroarea pentru schimbarea mediei: $\pm \frac{1{,}26}{\sqrt{n}} s = \pm 0{,}89 \times 0{,}33 = \pm 0{,}29$.

Schimbarea mediei și celelalte calcule legate de aceasta sînt identice cu modalitatea de calcul arătată la ciclul 1.

Ciclul 3, blocul I (tabelul 24) se completează ca și pentru ciclul 2, blocul I, cu următoarele sublinieri în ce privește calculul abaterii:

Rîndul I „suma anterioară a lui s“ se completează preluînd de la ciclul 2 blocul II, rîndul V „Suma nouă a lui s“. În ce privește „Amplitudinea“ și „s nou“, acestea se calculează potrivit indicațiilor date la formularele anterioare. Suma nouă a lui s (rîndul V) provine totdeauna din însumarea rîndului I („suma anterioară a lui s“) cu rîndul III („s“ nou).

Ciclul 3, blocul II (tabelul 25) se completează potrivit indicațiilor prezentate la ciclul anterior.

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile *Tabelul 24*

Faza — Ciclul $n=3$ — Data
Scop — Blocul I — Proces

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	14,5	11,7	13,2	13,6	13,5	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,66
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,25	5,85	6,6	6,8	6,75	
III. Observații noi (pentru blocul I)	7,2	5,1	6,4	6,8	7,2	„s" nou=amplitudine$\times f_{5a}$= =0,42
IV. Diferențe II—III	0,05	**0,75**	0,2	0,0	**—0,45**	Amplitudine=1,20
V. Sume noi (pentru blocul I)	21,7	16,8	19,6	20,4	20,7	Sumă nouă a lui s=1,08 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,23	5,6	6,53	6,8	6,9	

Calcul efectelor pentru ciclul 3, ca și pentru ciclurile anterioare, se execută astfel:

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(6{,}73+6{,}53+6{,}80+8{,}67)-\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}77+4{,}93+6{,}90);$$

$$\text{Efect } A=7{,}18-6{,}05=1{,}13$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(6{,}77+6{,}53+6{,}90+8{,}67)-\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}73+4{,}93+6{,}80);$$

$$\text{Efect } B=7{,}22-6{,}01=1{,}21$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2);$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(4{,}93+6{,}80+6{,}90+8{,}67)-\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}73+6{,}77+6{,}53);$$

$$\text{Efect } C=6{,}82-6{,}41=0{,}41$$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile *Tabelul 25*

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	15,1	9,3	16,9	13,9	13,8	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=1,08
II. Media anterioară (pentru blocul II)	7,55	4,65	8,45	6,95	6,9	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	7,3	5,5	9,1	6,3	6,5	„s nou“=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,52
IV. Diferenţe II—III	0,25	**—0,85**	—0,65	**0,65**	0,4	Amplitudine=1,50
V. Sume noi (pentru blocul II)	22,4	14,8	26	20,2	20,30	Suma nouă a lui s=1,60 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	7,47	4,93	8,67	6,73	6,77	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$suma nouă a lui s=0,40

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=1,13$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=1,21$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=0,41$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,37$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,69$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,71$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,31$

Media condiţiilor de referinţă=7,35
Media fără condiţii de referinţă=6,62
Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,76
Schimbarea mediei=—0,59

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm1,15\times0,40=$ $=\pm0,46$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm0,82\times0,40=$ $=\pm0,33$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm0,73\times0,40=$ $=\pm0,29$

Scanned with OKEN Scanner

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4);$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}53+4{,}93+8{,}67)-\frac{1}{4}(6{,}73+6{,}77+6{,}80+6{,}90);$$

$$\text{Efect } AB=6{,}43-6{,}80=-0{,}37$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}77+6{,}80+8{,}67)-\frac{1}{4}(6{,}73+6{,}53+4{,}93+6{,}90);$$

$$\text{Efect } AC=6{,}96-6{,}27=0{,}69$$

$$\text{Efect } BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } BC=\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}73+6{,}90+8{,}67)-\frac{1}{4}(6{,}77+6{,}53+4{,}93+6{,}80);$$

$$\text{Efect } BC=6{,}97-6{,}26=0{,}71$$

$$\text{Efect } ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4);$$

$$\text{Efect } ABC=\frac{1}{4}(6{,}73+6{,}77+4{,}93+8{,}67)-\frac{1}{4}(5{,}60+6{,}53+6{,}80+6{,}90);$$

$$\text{Efect } ABC=6{,}77-6{,}46=0{,}31.$$

Calculul erorilor limită și schimbarea mediei urmează aceleași reguli ca și la ciclurile anterioare.

Ciclul 4, blocul I (tabelul 26) se completează ca și ciclurile anterioare, nefiind de făcut vreo observație suplimentară.

Ciclul 4, blocul II (tabelul 27). Și aici înregistrările se fac potrivit indicațiilor arătate la ciclurile 3, 2 și 1.

Calculul efectelor pentru ciclul 4 urmează aceleași recomandări și se execută astfel:

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(6{,}75+6{,}70+6{,}92+8{,}70)-\frac{1}{4}(5{,}42+6{,}65+4{,}87+6{,}87);$$

$$\text{Efect } A=7{,}27-5{,}95=1{,}32$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(6{,}65+6{,}70+6{,}87+8{,}70)-\frac{1}{4}(5{,}42+6{,}75+4{,}87+6{,}92);$$

$$\text{Efect } B=7{,}23-5{,}99=1{,}24$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 26

Program EVOP cu trei variabile

Faza — Ciclul $n=4$ — Data
Scop — Blocul I — Proces

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	21,7	16,8	19,6	20,4	20,7	Suma anterioară a lui s= (toate blocurile) =1,60
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,23	5,6	6,53	6,8	6,9	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	7,7	4,9	7,2	7,3	6,8	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,50
IV. Diferenţe II—III	−0,47	**0,7**	**−0,67**	−0,5	0,1	Amplitudine=1,37
V. Sume noi (pentru blocul I)	29,4	21,7	26,8	27,7	27,5	Sumă nouă a lui s=2,10 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,35	5,42	6,7	6,92	6,87	

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2);$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(4{,}87+6{,}92+6{,}87+8{,}70)-\frac{1}{4}(5{,}42+6{,}75+6{,}65+6{,}70);$$

$$\text{Efect } C=6{,}84-6{,}38=0{,}46$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4);$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(5{,}42+6{,}70+4{,}87+8{,}70)-\frac{1}{4}(6{,}75+6{,}65+6{,}92+6{,}87);$$

$$\text{Efect } AB=6{,}42-6{,}80=-0{,}38$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4);$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(5{,}42+6{,}65+6{,}92+8{,}70)-\frac{1}{4}(6{,}75+6{,}70+4{,}87+6{,}87);$$

$$\text{Efect } AC=6{,}92-6{,}30=0{,}62$$

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile *Tabelul 27*

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	20,4	14,8	26	20,2	20,3	Suma anterioară a lui s= (toate blocurile)=2,10
II. Media anterioară (pentru blocul II)	7,47	4,93	8,67	6,73	6,77	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	6,9	4,7	8,8	6,8	6,3	„s“ nou = amplitudine $\times f_{sn}$ = =0,26
IV. Diferenţe II—III	**0,57**	0,23	**—0,13**	—0,07	0,47	Amplitudine=0,70
V. Sume noi (pentru blocul II)	27,3	19,5	34,8	27	26,6	Suma nouă a lui s=2,36 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,82	4,87	8,7	6,75	6,65	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ ×suma nouă a lui s=0,40

Calculul efectelor — **Calculul erorilor limită**

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=1,32$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=1,24$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=0,46$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,38$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,62$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,65$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_2+y_1+y_3+y_4)=0,26$

Pentru medii noi:
$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1\times 0,4=\pm 0,40$

Pentru efecte noi:
$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,71\times 0,4=\pm 0,28$

Pentru schimbarea mediei:
$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,63\times 0,4=\pm 0,25$

Media condiţiilor de referinţă=7,085
Media fără condiţii de referinţă=6,61
Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,705
Schimbarea mediei=—0,38

$$\text{Efect } BC = \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3);$$

$$\text{Efect } BC = \frac{1}{4}(5{,}42+6{,}75+6{,}87+8{,}70) - \frac{1}{4}(6{,}65+6{,}70+4{,}87+6{,}92);$$

$$\text{Efect } BC = 6{,}93 - 6{,}28 = 0{,}65$$

$$\text{Efect } ABC = \frac{1}{4}(y_5+y_6+y_7+y_8) - \frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4);$$

$$\text{Efect } ABC = \frac{1}{4}(4{,}87+8{,}70+6{,}75+6{,}65) - \frac{1}{4}(5{,}42+6{,}70+6{,}92+6{,}87);$$

$$\text{Efect } ABC = 6{,}74 - 6{,}48 = 0{,}26.$$

La calculul erorilor limită și schimbarea mediei nu este nimic de adăugat față de ciclurile anterioare.

2.6. EVALUAREA ANTERIOARĂ A ABATERII

După cum s-a văzut în ciclurile 1 și 2 ale unui program EVOP cu 2 variabile și în ciclul 1 al unui program cu 3 variabile, se utilizează pentru calculul erorilor evaluarea anterioară a abaterii, deoarece datele rezultate din experiment pînă în acel moment nu sînt suficiente pentru a evalua abaterea medie patratică caracteristică experimentului. Începînd cu ciclul 3 (pentru programul cu două variabile) se folosește abaterea medie patratică obținută din experimentul EVOP.

S-a precizat în capitolul precedent că evaluarea anterioară a abaterii se bazează pe estimările procesului curent, înainte de începerea experimentului.

Metoda EVOP se aplică, după cum s-a afirmat, proceselor industriale, în scopul îmbunătățirii acestora. Rezultatele obținute în aceste procese sînt evidențiate sub diferite forme în unitățile de industrie alimentară (registre de laborator, buletine de analiză, rapoarte de fabricație etc.). Din aceste evidențe se culeg datele necesare evaluării anterioare a abaterii deoarece acestea s-au efectuat în condițiile procesului curent. Aceste date vor cuprinde o perioadă premergătoare, de cîteva zile, efectuării experimentului EVOP. Numărul observațiilor se va stabili cu ajutorul regulilor de eșantionare în raport de volumul producției. Se preferă un număr mai mare atunci cînd aceste date ne stau ușor la dispoziție. În lipsa unor criterii statistice, se va lua un număr de observații, cuprins între 50 și 100.

Să presupunem că printr-un experiment EVOP se urmărește reducerea pierderilor la depozitarea unui salam uscat, în funcție de factorii temperatură și umiditatea relativă a aerului. Conținutul în umiditate, pe

Scanned with OKEN Scanner

loturi și zile, este menționat în evidențele unității, de unde se vor prelua datele necesare efectuării celor 100 de observații, care se vor culege din zilele premergătoare începerii experimentului.

Aceste date, respectiv conținutul în apă, sînt prezentate în tabelul 28 și sînt grupate pe serii de 10 observații pentru a se calcula abaterea medie patratică potrivit procedeului arătat la 1.3.

Tabelul 28

Evaluarea anterioară a abaterii pentru 100 observații (conținut apă)

Observații										Amplitudinea
34,3	33,9	34,4	34,0	34,2	33,8	34,1	33,7	**34,8**	**33,6**	1,2
35,0	34,3	34,2	34,6	34,3	34,2	33,9	34,4	**33,9**	34,4	1,1
34,0	34,2	33,8	34,4	**33,4**	34,3	34,6	34,0	34,2	**34,7**	1,3
34,5	34,7	34,2	34,1	34,1	**34,9**	**33,9**	34,2	34,5	33,9	1,0
33,8	33,9	**34,5**	**33,7**	34,3	34,0	34,4	34,1	34,0	34,2	0,8
34,6	34,3	**33,9**	34,5	34,1	34,4	34,0	**34,7**	34,4	34,4	0,8
34,2	34,1	34,3	**34,1**	**34,6**	34,2	34,3	34,4	34,2	34,5	0,5
34,1	34,5	**34,8**	**33,8**	33,9	34,0	33,9	34,2	34,6	34,3	1,0
33,7	34,3	**33,6**	34,4	34,5	**34,7**	34,1	34,3	34,0	34,2	1,1
34,5	34,4	34,3	34,0	34,1	34,2	34,0	**33,8**	34,1	**34,6**	0,8
								Total		9,6

$$\text{Media amplitudinii} = \frac{9,6}{10} = 0,96$$

$$\sigma = R \cdot \omega = 0,96 \times 0,3249 = 0,31$$

Astfel ω a fost preluat din tabelul 6 pentru 10 observații.

Evaluarea anterioară a abaterii, care se va utiliza în programele EVOP cu două variabile ciclul 1 și 2 și în programele EVOP cu trei variabile ciclul 1, este de $\sigma = 0,31$.

2.7. CALCULUL EFECTELOR

O informație importantă, care se obține în cursul aplicării metodei EVOP, este aceea a efectelor care rezultă în urma modificării condițiilor de lucru a factorilor luați în studiu. Aceste informații ne pot indica modul cum acționează fiecare din factori, putîndu-se direcționa experimentul în sensul favorabil.

În prealabil, este necesar a se vedea —, după cum explică *G. Box*, — semnificația relațiilor folosite pentru calculul efectelor în tabelele EVOP.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, în programul EVOP cu două varibalie, calculul efectelor se execută în acest mod:

$$\text{Efectul factorului } A = \frac{1}{2}(y_3 + y_4 - y_2 - y_5);$$

$$\text{Efectul factorului } B = \frac{1}{2}(y_3 + y_5 - y_2 - y_4);$$

$$\text{Efectul factorilor } A \times B = \frac{1}{2}(y_2 + y_3 - y_4 - y_5).$$

Semnificația acestor relații rezultă din examinarea schemei EVOP cu doi factori, care a fost reprezentată printr-un pătrat (fig. 16) și care se prezintă în fig. 19 printr-un exemplu, în care factorul A este pH-ul iar factorul B concentrația în zahăr.

Efectul factorul A—pH se stabilește scăzînd din suma variantelor 3 și 4, care au valorile pH-ului mai mari, suma variantelor 2 și 5, care au valorilor pH-ului mai mici. În ambele cazuri, se ia jumătate din suma variantelor respective (fig. 20 a):

$$A = \frac{1}{2}(y_3 + y_4) - \frac{1}{2}(y_2 + y_5)$$

Efectul factorului B, concentrația în zahăr, se calculează scăzînd din suma variantelor 3 și 5, la care concentrația de zahăr este mai mare, variantele 2 și 4, la care concentrația în zahăr este mai mică. Este evident că și pentru factorul B se ia jumătate din suma variantelor menționate (fig. 20 b):

$$B = \frac{1}{2}(y_3 + y_5) - \frac{1}{2}(y_2 + y_4)$$

Efectul combinat al factorilor $A \times B$ sau, așa cum se mai numește „interacțiunea factorilor" se determină prin luarea unei jumătăți din valorile de la variantele 2 și 3, minus o jumătate din valorile de la variantele 4 și 5 (fig. 20 c):

$$AB = \frac{1}{2}(y_2 + y_3) - \frac{1}{2}(y_4 + y_5)$$

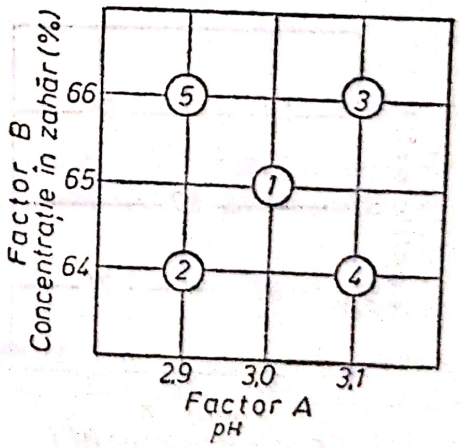


Fig. 19. Schema EVOP cu doi factori (pH și concentrația în concentrația în zahăr).

Modul în care se folosesc informațiile obținute din calculul efectelor vor rezulta dintr-un experiment EVOP, în care prin modificarea factorilor, concentrația saramurei exprimată prin grade Baumé (factor A) și cantitatea de saramură exprimată în procente (factor B), s-a urmărit îmbunătățirea calității șuncii presate, în ce privește caracteristicile senzoriale (gust,

moros, suculență, culoare etc.), care s-a apreciat printr-un sistem de puncte (maximum 100 puncte). Schema de lucru și rezultatele care s-au obținut pe fiecare din variante, sînt prezentate în fig. 21.

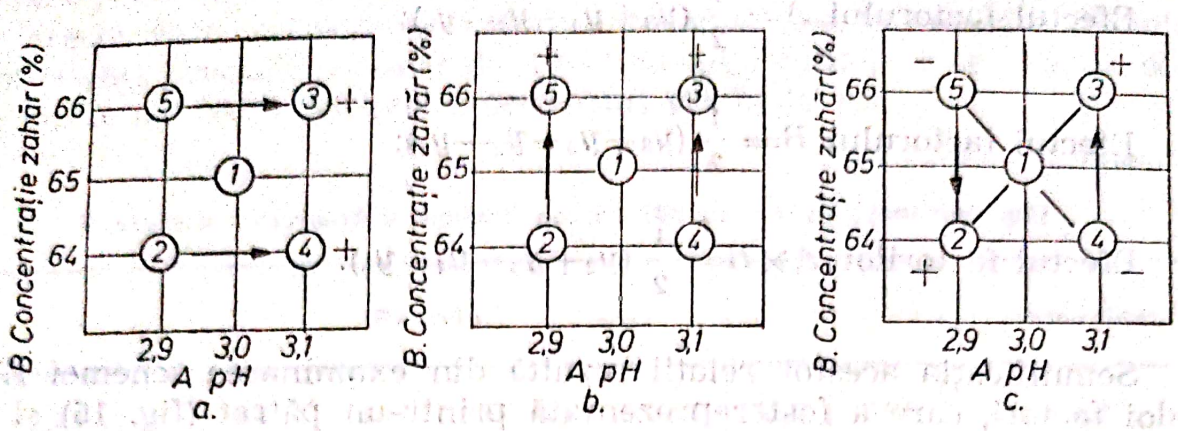


Fig. 20. Reprezentarea efectelor pentru un experiment EVOP cu doi factori:

a — efectul pH-ului (factor *A*); *b* — efectul concentrației în zahăr (factor *B*); *c* — efectul combinat al factorilor $A \times B$.

Ținînd seama de succesiunea variantelor, care se va respecta în toate programele EVOP cu două variabile și anume:

5 3

1

2 4

rezultatele obținute pe fiecare variantă sînt:

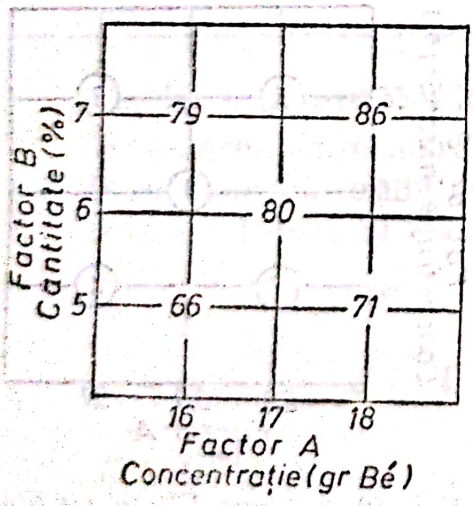


Fig. 21. Schema EVOP cu 2 factori și rezultatele obținute.

$y_1 = 80$

$y_2 = 66$

$y_3 = 86$

$y_4 = 71$

$y_5 = 79$

Efectele schimbării concentrației asupra calității rezultă din:

$$y_3 - y_5 = 86 - 79 = 7$$

Deci, acesta este rezultatul modificării concentrației de la 16 la 18 gr. Bé, în condițiile menținerii cantității la nivel ridicat (7%).

La fel se poate stabili efectul schimbării concentrației, atunci cînd cantitatea este la nivel scăzut (5%):

$$y_4 - y_2 = 71 - 66 = 5$$

Scanned with OKEN Scanner

Fiecare din aceste efecte poartă denumirea de efectul simplu al concentrației (la nivelul ridicat și respectiv la nivelul scăzut al cantității) iar media acestor două efecte, reprezintă efectul principal al concentrației. Sintetic, aceste efecte sînt arătate în tabelul 29.

Tabelul 29

Prezentarea sintetică a efectului factorului *A*

Factor *B* Cantitate (%) Nivele	Factor *A* Concentrație (gr Bé)	Efect
7	$y_3 - y_5 = 7$	simplu
5	$y_4 - y_2 = 5$	simplu
	$A = \frac{1}{2}(y_3 - y_5) + \frac{1}{2}(y_4 - y_2) = 6$	principal

Relația din tabelul 29 se regăsește în formularele EVOP sub forma: efect factor $A = \frac{1}{2}(y_3 + y_4 - y_2 - y_5)$

În același mod, se poate evalua efectul cantității.

Efectul schimbării cantității asupra calității rezultă, de data aceasta, din:

$$y_3 - y_4 = 86 - 71 = 15$$

Aceasta este consecința schimbării cantității de la 5 la 7%, în condițiile menținerii concentrației la nivel ridicat (18 gr. Bé).

Efectul schimbării cantității, atunci cînd concentrația se află la nivel scăzut (16 gr Bé), este:

$$y_5 - y_2 = 79 - 66 = 13$$

Deci, aceste sînt efectele simple ale cantității iar media acestor două efecte vor reprezenta efectul principal al cantității prezentate în tabelul 30.

Tabelul 30

Prezentarea sintetică a efectului factorului *B*

Factor *A* Concentrație (gr Bé) Nivele	Factor *B* cantitate (%)	Efect
16	$y_3 - y_4 = 86 - 71 = 15$	simplu
18	$y_5 - y_2 = 79 - 66 = 13$	simplu
	$B = \frac{1}{2}(y_3 - y_4) + \frac{1}{2}(y_5 - y_2) = 14$	principal

Scanned with OKEN Scanner

În formularele EVOP cu doi factori, relația pentru calculul efectului factorului B, se prezintă sub forma:

$$\text{Efect factor } B = \frac{1}{2}(y_3 + y_5 - y_2 - y_4)$$

În ce privește efectul combinat al factorilor $A \times B$ („interacțiunea factorilor"), acesta poate fi pozitiv, negativ sau fără efect.

În tabelul 30, s-a stabilit că diferențele $y_3 - y_4 = 15$ și $y_5 - y_2 = 13$ reprezintă efectele simple ale cantității, la un nivel de concentrație scăzut și, respectiv, ridicat. Jumătate din diferența acestor două efecte reprezintă efectul combinat a celor doi factori.

Evaluarea interacțiunii, în acest exemplu, se poate efectua ținînd seama de fig. 20 c, astfel:

$$\text{Efectul factorilor } AB = \frac{1}{2}[(y_3 - y_4) - (y_5 - y_2)] = \frac{1}{2}(15 - 13) = 1$$

$$\text{Efectul factorilor } AB = \frac{1}{2}(y_3 - y_4) + \frac{1}{2}(y_2 - y_5) = \frac{1}{2}(13 + (-15) = 1$$

$$\text{Efectul factorilor } AB = \frac{1}{2}(y_3 + y_2) - \frac{1}{2}(y_5 - y_4) = 76 - 75 = 1$$

În formularele EVOP cu doi factori, se folosește relația:

$$\text{Efectul factorilor } A \times B = \frac{1}{2}(y_2 + y_3 - y_4 - y_5) = 1$$

Interpretarea efectelor principale în raport cu interacțiunea factorilor se va face ținînd seama de eroarea $\pm$ care rezultă din calcul. Efectele vor fi apreciate ca reale, numai dacă se obține o eroare convenabilă (v. 2.10).

În ce privește programul EVOP cu trei variabile, calculul efectelor a fost prezentat în formularele EVOP respective (tabelul 21).

Presupunem un alt program EVOP cu trei variabile, în care s-au modificat factorii: adaos pectină %(*A*), *p*H (*B*) și concentrație zahăr % (*C*) și s-a urmărit îmbunătățirea calității, care s-a apreciat prin note pe scara 1—10.

Potrivit schemei din figura 22 rezultă următoarele condiții pe fiecare variantă:

Variante de lucru	*Factor A* Adaos pectină (%)	*Factor B* pH	*Factor C* Concentrație zahăr %
0	0,25	3,2	65
1	0,23	3,1	64
2	0,27	3,3	64
3	0,27	3,1	66
4	0,23	3,3	66
5	0,23	3,1	66
6	0,27	3,3	66
7	0,27	3,1	64
8	0,23	3,3	64

Scanned with OKEN Scanner

Ca și în cazul experimentului cu doi factori, întâi se iau în considerație efectele simple ale modificării adaosului de pectină (A):

$$y_7 - y_1 = 6{,}80 - 5{,}40 = 1{,}40$$

$$y_2 - y_8 = 6{,}70 - 6{,}60 = 0{,}10$$

$$y_3 - y_5 = 7{,}0 - 4{,}90 = 2{,}10$$

$$y_6 - y_4 = 8{,}90 - 6{,}90 = 2{,}0$$

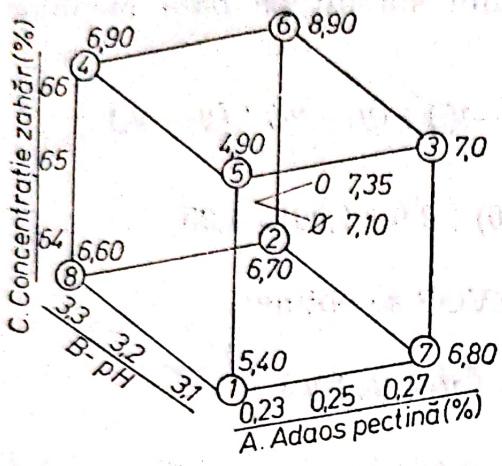


Fig. 22. Schema EVOP cu trei factori (adaos pectină, *p*H, concentrație în zahăr) și rezultatele obținute.

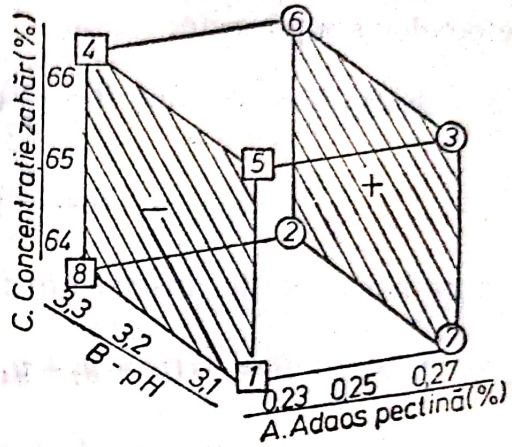


Fig. 23. Schema efectului factorului *A* (adaptat după G. Box).

Și de asemenea în mod similar se stabilește efectul principal pe baza mediilor efectelor simple:

$$\text{Efectul factorului } A = \frac{1}{4}(y_7 - y_1) + (y_2 - y_8) + (y_3 - y_5) + (y_6 - y_4)$$

$$A = \frac{1}{4}(1{,}40 + 0{,}10 + 2{,}10 + 2{,}0) = 1{,}40$$

Pe baza relației de mai sus, se poate scrie formula care figurează în formularele EVOP:

$$\text{Efectul } A = \frac{1}{4}(y_7 + y_2 + y_3 + y_6) - \frac{1}{4}(y_1 + y_8 + y_5 + y_4)$$

$$\text{Efectul } A = \frac{1}{4}(6{,}80 + 6{,}70 + 7{,}0 + 8{,}90) - \frac{1}{4}(5{,}40 + 6{,}60 + 4{,}90 + 6{,}90)$$

$$\text{Efectul } A = 7{,}35 - 5{,}95 = 1{,}40$$

În fig. 23 se reprezintă schematic efectul factorului *A*, care ilustrează fața cubului cu semnul + și respectiv variantele cu nivelul ridicat al adaosului de pectină, din care se scad variantele cu nivelul scăzut al adaosului de pectină și care figurează pe fața cubului cu semnul —.

Scanned with OKEN Scanner

Efectele simple ale factorului B (pH) sînt:

$$y_8 - y_1 = 6{,}60 - 5{,}40 = 1{,}20$$

$$y_2 - y_7 = 6{,}70 - 6{,}80 = -0{,}10$$

$$y_4 - y_5 = 6{,}90 - 4{,}90 = 2{,}0$$

$$y_6 - y_3 = 8{,}90 - 7{,}00 = 1{,}90$$

Efectul principal al modificării pH-ului stabilit pe baza mediilor efectelor simple este:

$$\text{Efectul factorului } B = \frac{1}{4}(y_8 - y_1) + (y_2 - y_7) + (y_4 - y_5) + (y_6 - y_3)$$

$$B = \frac{1}{4}[1{,}20 + (-0{,}10) + 2{,}0 + 1{,}90] = 1{,}25$$

iar pe baza relației înscrise în formularele EVOP se obține:

$$\text{Efectul } B = \frac{1}{4}(y_8 + y_2 + y_4 + y_6) - \frac{1}{4}(y_1 + y_7 + y_5 + y_3)$$

$$\text{Efectul } B = \frac{1}{4}(6{,}60 + 6{,}70 + 6{,}90 + 8{,}90) - \frac{1}{4}(5{,}40 + 6{,}80 + 4{,}90 + 7{,}0)$$

$$\text{Efectul } B = 7{,}275 - 6{,}025 = 1{,}25$$

În fig. 24 este prezentat schematic efectul factorului B, cu precizarea feții cubului cu semnul +, pe care se află variantele ce au pH-ul la un nivel ridicat, din care se scad variantele, ce au pH-ul scăzut și care se află pe fața cubului, notată cu semnul — (minus).

În ce privește efectul factorului C (concentrația zahărului) și pentru acesta se începe cu efectele simple ale modificării concentrației în zahăr:

$$y_5 - y_1 = 4{,}90 - 5{,}40 = -0{,}50$$

$$y_3 - y_7 = 7{,}0 - 6{,}80 = 0{,}20$$

$$y_4 - y_8 = 6{,}90 - 6{,}60 = 0{,}30$$

$$y_6 - y_2 = 8{,}90 - 6{,}70 = 2{,}20$$

Efectul principal al modificării concentrației în zahăr se stabilește și aici pe baza mediilor efectelor simple:

$$\text{Efectul factorului } C = \frac{1}{4}(y_5 - y_1) + (y_3 - y_7) + (y_4 - y_8) + (y_6 - y_2)$$

$$C = \frac{1}{4}(-0{,}50 + 0{,}20 + 0{,}30 + 2{,}20) = 0{,}55$$

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza relației care figurează în formularele EVOP se poate scrie:

$$\text{Efectul } C = \frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)$$

$$\text{Efectul } C = \frac{1}{4}(4{,}90+7{,}0+6{,}90+8{,}90) - \frac{1}{4}(5{,}40+6{,}80+6{,}60+6{,}70)$$

$$\text{Efectul } C = 6{,}925 - 6{,}375 = 0{,}55$$

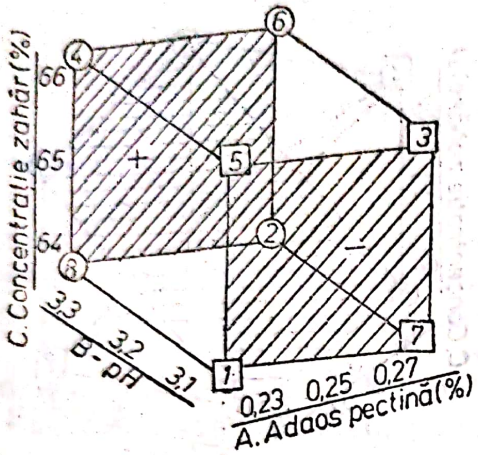


Fig. 24. Schema efectului factorului *B* (adaptat după G. Box).

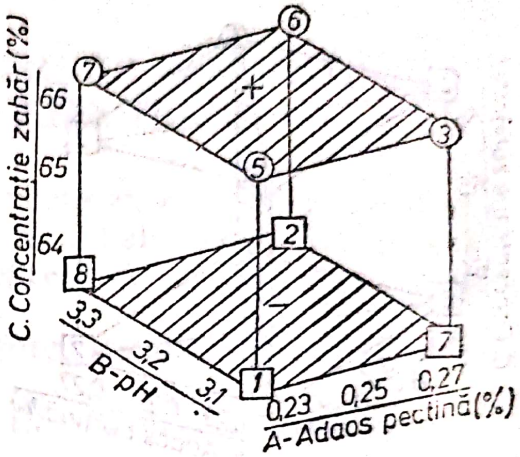


Fig. 25. Schema efectului factorului C (adaptat după G. Box).

O reprezentare grafică pentru factorul *C* este redată în fig. 25, în care ca și în reprezentările precedente, pe fața cubului cu semnul + se află variantele care au concentrația de zahăr modificată la nivel superior iar pe fața cubului cu semnul — se găsesc variantele care au concentrația de zahăr la un nivel inferior față de procesul curent.

În ce privește interacțiunea factorilor, aici există mai multe efecte, dat fiind numărul factorilor și anume efectele factorilor *AB*, *AC*, *BC* și *ABC*.

Efectul factorilor *AB* este prezentat în fig. 26 și el se exprimă prin relația:

$$AB = \frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6) - \frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4);$$

$$AB = \frac{1}{4}(5{,}40+6{,}70+4{,}90+8{,}90) - \frac{1}{4}(6{,}80+6{,}60+7{,}0+6{,}90);$$

$$AB = 6{,}475 - 6{,}825 = -0{,}35$$

Efectul factorilor *AC* este reprezentat în fig. 27 și se calculează cu ajutorul relației:

$$AC = \frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6) - \frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4);$$

$$AC = \frac{1}{4}(5{,}40+6{,}60+7{,}0+8{,}90) - \frac{1}{4}(6{,}80+6{,}70+4{,}90+6{,}90);$$

$$AC = 6{,}975 - 6{,}325 = 0{,}65$$

În fig. 28 este ilustrat efectul factorilor BC, care se stabilește cu ajutorul relației:

$$BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3);$$

$$BC=\frac{1}{4}(5{,}40+6{,}80+6{,}90+8{,}90)-\frac{1}{4}(6{,}60+6{,}70+4{,}90+7{,}0)$$

$$BC=7{,}0-6{,}3=0{,}7$$

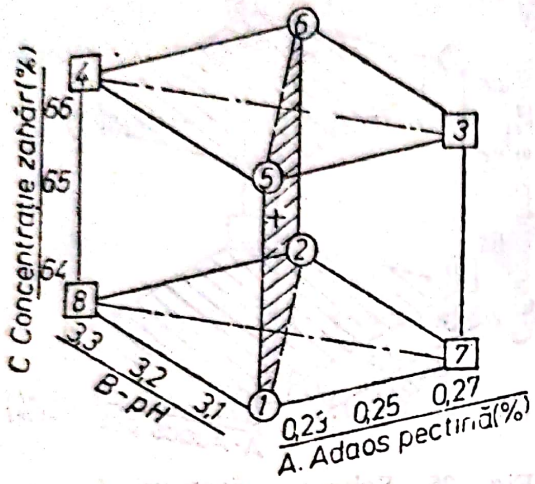


Fig. 26. Schema efectului factorilor $A\times B$

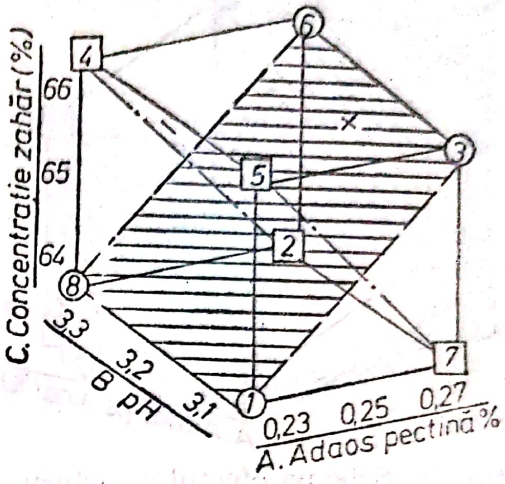


Fig. 27. Schema efectului factorilor $A\times C$.

Referitor la interacțiunea celor trei factori ABC aceasta, după cum precizează G. B o x, se poate defini cu jumătate din schimbarea efectului combinat AB, care rezultă din modificarea factorului C. Și la fel,

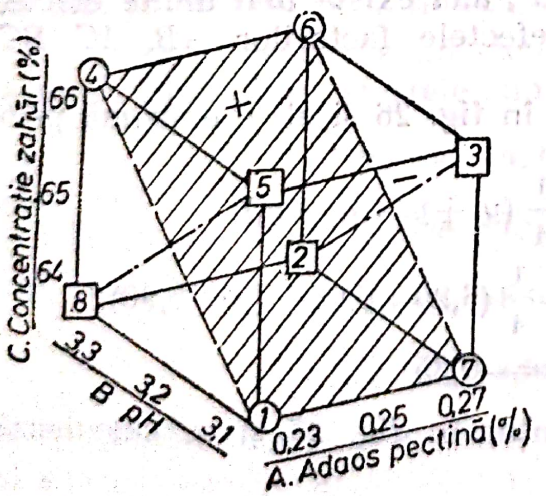


Fig. 28. Schema efectului factorilor $B\times C$

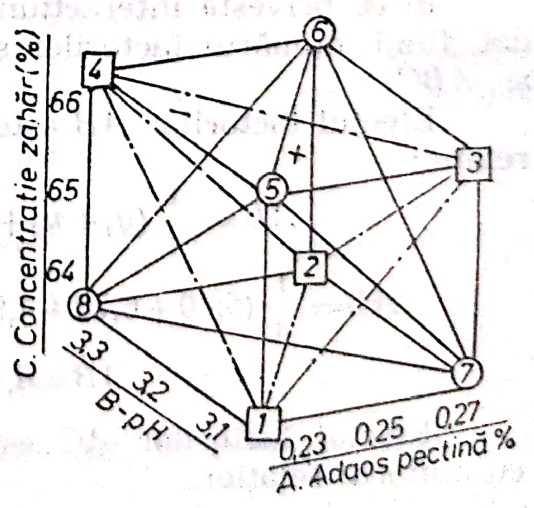


Fig. 29. Schema efectului factorilor $A\times B\times C$.

jumătate din modificarea factorului AC, cînd este modificat B sau jumătate din modificarea factorului BC, cînd este schimbat A.

Efectul combinat al factorilor ABC este reprezentat în fig. 29 și se calculează cu ajutorul relației:

$$ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4);$$

$$ABC=\frac{1}{4}(6{,}80+6{,}60+4{,}90+8{,}90)-\frac{1}{4}(5{,}10+6{,}70+7{,}0+6{,}90);$$

$$ABC=6{,}80-6{,}50=0{,}30$$

2.8. UTILIZAREA ALGORITMULUI LUI YATES PENTRU CALCULUL EFECTELOR

Un alt mod de calcul al efectelor se poate executa cu ajutorul algoritmului Yates, elaborat de Frank Yates. Față de modul de calcul prezentat în capitolul anterior, acesta reprezintă un procedeu, în care se efectuează mai puține calcule.

Pentru descrierea procedeului și pentru comparare se vor prelua datele din exemplul precedent.

Condițiile de lucru, potrivit schemei EVOP, au fost următoarele:

Varianta de lucru	*Factor A* Adaos pectină %	*Factor B* pH	*Factor C* Concentrație zahăr %
0	0,25	3,2	65
1	0,23	3,1	64
2	0,27	3,3	64
3	0,27	3,1	66
4	0,23	3,3	66
5	0,23	3,1	66
6	0,27	3,3	66
7	0,27	3,1	64
8	0,23	3,3	64

Efectele obținute prin cealaltă modalitate de calcul au fost:

Efectul factorului A = 1,40
Efectul factorului B = 1,25
Efectul factorului C = 0,55
Efectul factorilor AB = —0,35
Efectul factorilor AC = 0,65
Efectul factorilor BC = 0,70
Efectul factorilor ABC = 0,30

În tabelul 31 se prezintă aceleași date, preluate cu ajutorul algoritmului lui Yates.

Coloana 1 cuprinde variantele într-o anumită ordine care trebuie respectată (ordine standard).

În coloanele 2, 3 și 4 („combinația de factori") se folosește semnul + pentru a indica nivelul ridicat și semnul — pentru nivelul scăzut al factorilor respectivi (A adaos pectină, B pH, C concentrație zahăr).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 31

Calculul efectelor cu ajutorul algoritmului lui Yates (pentru 3 factori)

Variante (ordine standard)	Combinația de factori			Medii	Utilizarea algoritmului			Factorul de multiplicare	Efect (coloana 8 × factor de multiplicare)	Natura efectului
	A	*B*	*C*		I	II	III			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	−	−	−	5,40	12,20	25,50	53,20	0,125	6,65	Media
7	+	−	−	6,80	13,30	27,70	5,60	0,25	1,40	*A*
8	−	+	−	6,60	11,90	1,50	5	0,25	1,20	*B*
2	+	+	−	6,70	15,80	4,10	−1,40	0,25	−0,35	*AB*
5	−	−	+	4,90	1,40	1,10	2,20	0,25	0,55	*C*
3	+	−	+	7,0	0,10	3,90	2,60	0,25	0,65	*AC*
4	−	+	+	6,90	2,10	−1,30	2,80	0,25	0,70	*BC*
6	+	+	+	8,90	2,00	−0,10	1,20	0,25	0,30	*ABC*
Verificarea sumei pătratelor (*SP*)				363,68			2 909,44		363,68 × 8 = 2 909,44	

Astfel, în varianta 1, factorii *A*, *B*, *C* fiind la un nivel mai mic față de procesul curent, se notează cu semnul — (minus). Varianta 7 are factorul *A* mai mare decît procesul curent, deci se notează cu semnul + și factorii *B* și *C* mai mici față de procesul curent, notîndu-se cu semnul — (minus) ș.a.m.d.

De reținut că utilizarea algoritmului este condiționată de înregistrarea variantelor în ordinea menționată în tabelul 31 pentru a se obține următoarea succesiune a celor trei factori:

Pentru factorul *A*, coloana 2 începe cu semnul —, apoi alternează plus, minus, plus-minus etc., pînă la realizarea celor opt variante. Coloana 3, pentru factorul *B*, începe cu două minusuri și continuă cu două plusuri, două minusuri și iar două plusuri. Coloana 4 a factorului *C* cuprinde patru minusuri, urmate de 4 plusuri. Pentru completarea coloanelor 2, 3 și 4, în felul arătat mai sus, se folosesc datele din figura 22 și variantele rezultate din schema respectivă.

În coloana 5 („Medii") se înregistrează datele obținute în formularele EVOP în rîndul VI („Medii noi").

Pentru utilizarea algoritmului Yates se folosesc coloanele 6, 7 și 8. Cele 8 rînduri din tabel sînt despărțite prin linii orizontale, formînd în felul acesta patru perechi de date.

Primele 4 date din coloana 6 reprezintă sumele perechilor din coloana 5 departajate prin linia orizontală. Astfel:

$$5{,}40 + 6{,}80 = 12{,}20$$
$$6{,}60 + 6{,}70 = 13{,}30$$
$$4{,}90 + 7{,}0 = 11{,}90$$
$$6{,}90 + 8{,}90 = 15{,}80$$

Scanned with OKEN Scanner

Ultimile patru date din coloana 6 reprezintă diferențele perechilor din coloana 5 (în ordinea inversă) și anume:

$$6{,}80 - 5{,}40 = 1{,}40$$

$$6{,}70 - 6{,}60 = 0{,}10$$

$$7{,}0 - 4{,}90 = 2{,}10$$

$$8{,}90 - 6{,}90 = 2{,}00$$

Datele din coloana 7 se obțin prin efectuarea asupra coloanei 6 a aceleași operațiuni, care au fost executate asupra coloanei 5, pentru a forma coloana 6.

Astfel, primele 4 date din coloana 7 reprezintă sumele perechilor din coloana 6:

$$12{,}20 + 13{,}30 = 25{,}50$$

$$11{,}90 + 15{,}80 = 27{,}70$$

$$1{,}40 + 0{,}10 = 1{,}50$$

$$2{,}10 + 2{,}00 = 4{,}10$$

Ultimele patru date din coloana 7 reprezintă diferențele perechilor din coloana 6, după cum urmează:

$$13{,}30 - 12{,}20 = 1{,}10$$

$$15{,}80 - 11{,}90 = 3{,}90$$

$$0{,}10 - 1{,}40 = -1{,}30$$

$$2{,}00 - 2{,}10 = -0{,}10$$

În sfîrșit, coloana 8 se obține prin efectuarea aceleași operațiuni asupra coloanei 7.

Primele patru date se obțin astfel:

$$25{,}50 + 27{,}70 = 53{,}20$$

$$1{,}50 + 4{,}10 = 5{,}60$$

$$1{,}10 + 3{,}90 = 5{,}00$$

$$-1{,}30 + (-0{,}10) = -1{,}40$$

Ultimele patru date se obțin în felul următor:

$$27{,}70 - 25{,}50 = 2{,}20$$

$$4{,}10 - 1{,}50 = 2{,}60$$

$$3{,}90 - 1{,}10 = 2{,}80$$

$$-0{,}10 - (-1{,}30) = 1{,}20$$

Scanned with OKEN Scanner

În coloana 9 sînt arătaţi factorii de multiplicare, care pentru medie (primul rînd) sînt 0,125 iar pentru celelalte efecte (restul de 7 rînduri) 0,25. Se vor înmulţi deci, datele din coloana 8 cu aceşti factori, obţinîndu-se efectele care se notează în coloana 10. În aceiaşi măsură, în coloana 9 pot fi trecuţi divizorii 8 pentru medie şi 4 pentru efecte. În acest caz, datele din coloana 8 se împart la 8 şi respectiv la 4.

În coloana 11 se menţionează factorii care au determinat efectul şi, după cum se poate observa, ei corespund semnelor pozitive din coloanele 2, 3 şi 4. Astfel, pentru rîndul al doilea (varianta 7), combinaţia de factori este + — —, iar semnul + (plus) corespunde factorului *A*, deci efectul corespunde factorului *A*. Pentru rîndul 3 (varianta 8) semnul plus aparţine factorului *B*, deci efectul este al factorului *B* ş.a.m.d. După cum se poate observa, efectele înregistrate în coloana 10 sînt identice cu efectele obţinute prin metoda prezentată în capitolul precedent.

Verificarea algoritmului Yates se face cu ajutorul sumei patratelor (verificarea *SP*).

Se calculează, mai întîi, suma patratelor din coloana 5, care este de 363,68 şi se obţine astfel:

$$5{,}40^2+6{,}80^2+6{,}60^2+6{,}70^2+4{,}90^2+7{,}0^2+6{,}90^2+8{,}90^2=363{,}68$$

Apoi, se calculează suma patratelor pentru coloana 8, astfel:

$$-1{,}40^2+53{,}20^2+5{,}60^2+5{,}0^2+2{,}20^2+2{,}60^2+2{,}80^2+1{,}20^2=2\,909{,}44$$

Verificarea propriu-zisă se face prin:

$$2\,909{,}44\times 0{,}125=363{,}68 \quad \text{sau} \quad \frac{363{,}68}{2\,909{,}44}=0{,}125$$

$$\text{sau} \quad 363{,}68\times 8=2\,909{,}44$$

Dacă se obţin alte rezultate este necesară verificarea calculelor pentru a găsi greşeala.

De altfel, dacă calculele sînt efectuate corect, şi suma patratelor din coloanele 6 şi 7 va fi $2\times SP$ şi $4\times SP$.

Astfel, pentru coloana 6:

$$12{,}20^2+13{,}30^2+11{,}90^2+15{,}80^2+1{,}40^2+0{,}10^2+2{,}10^2+2{,}0^2=727{,}36$$

iar verificarea constă în:

$$363{,}68\times 2=727{,}36$$

Verificarea pentru coloana 7 este:

$$25{,}50^2+27{,}70^2+1{,}50^2+4{,}10^2+1{,}10^2+3{,}90^2+(-1{,}30)^2+(-0{,}10)^2=$$

$$=1\,454{,}72$$

$$363{,}68\times 4=1\,454{,}72$$

În practică nu se foloseşte decît o verificare şi anume suma patratelor din coloana 5 şi a celor din coloana 8. Dacă ultima este de 8 ori mai mare decît prima, rezultatul este bun ($363{,}68\times 8=2\,909{,}44$).

Scanned with OKEN Scanner

Algoritmul Yates poate fi aplicat și la experimentele EVOP cu doi factori. Preluînd exemplul de la 2.7 și schema din fig. 21, s-au folosit variantele și s-au obținut rezultatele reprezentînd aprecierea calității printr-un sistem de puncte (1—100) menționate mai jos:

Variante	*Factor A* Concentrație (gr. Bé)	*Factor B* Cantitate (%)	*Rezultate* (medii)
1	17	6	80
2	16	5	66
3	18	7	86
4	18	5	71
5	16	7	79

Preluarea datelor, în acest caz, se face de o manieră similară astfel cum se prezintă în tabelul 32.

Tabelul 32

Calculul efectelor cu ajutorul algoritmului lui Yates (pentru 2 factori)

Variante (ordine standard)	Combinația de factori		Medii	Utilizarea algoritmului		Factor de multiplicare	Efect (coloana 6 × factor de multiplicare	Natura efectului
	A	*B*		I	II			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	−	−	66	137	302	0,25	75,5	Media
4	+	−	71	165	12	0,50	6	*A*
5	−	+	79	5	28	0,50	14	*B*
3	+	+	86	7	2	0,50	1	*AB*
Verificarea *SP*			23 034		92 136		23 034 × 4 = 92 136 sau $\frac{23\,034}{92\,136} = 0{,}25$	

Tabelul 33

Calculul simplificat al efectelor cu ajutorul algoritmului Yates

Variante (ordine standard)	Combinația de factori		Medii $y-65$	Utilizarea algoritmului		Factori de multiplicare	Efect (coloana 6 × factor de multiplicare)	Natura efectului
	A	*B*		I	II			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	−	−	1	7	42	0,25	10,5 + 65 = 75,5	Media
4	+	−	6	35	12	0,50	6	*A*
5	−	+	14	5	28	0,50	14	*B*
3	+	+	21	7	2	0,50	1	*AB*
Verificarea *SP*			674		2 696		674 × 4 = 2 696 sau $\frac{674}{2\,696} = 0{,}25$	

Scanned with OKEN Scanner

Completarea se face potrivit indicațiilor arătate în exemplul anterior, cu următoarea precizare: în locul factorilor de multiplicare se pot folosi divizorii 4 pentru medie și 2 pentru efecte.

În ipoteza în care rezultatele (mediile) reprezintă numere mari se poate folosi un calcul simplicat, scăzîndu-se o valoare constantă, aleasă în mod convenabil și care se menționează în coloana mediilor. Această modalitate de calcul, se poate aplica și la calculul efectelor a trei factori.

În tabelul 33 se prezintă un asemenea mod de calcul, folosind același exemplu.

2.9. MEDIILE ȘI SCHIMBAREA MEDIEI

După cum s-a putut constata din modul de completare formularelor (v. 2.5), pe fiecare ciclu în parte se calculează mediile care se transferă în ciclurile următoare, astfel că în ultimul ciclu și pe faza respectivă, dispunem pe fiecare variantă de o medie a întregului experiment. Acest mod de evidențiere a mediilor ne permite a evalua, în orice moment, măsura în care modificarea parametrilor de lucru a condus la realizarea unor îmbunătățiri față de condițiile de referință (procesul curent). De asemenea, înregistrările din rîndul IV („diferențe II—III"), respectiv diferențele rezultate din scăderea „observațiilor noi", din „media ciclului anterior", ne dau indicații de cît de mult diferă rezultatele obținute în acel ciclu față de mediile ciclurilor anterioare. Pe lîngă această apreciere, a fiecărei variante în raport de procesul curent, este necesară cunoașterea diferenței dintre rezultatul mediu în toate ciclurile și rezultatul mediu în condițiile de referință. Această diferență poartă denumirea de efectul de schimbare a mediei. Schimbarea mediei va fi egală cu media fazei minus media în condițiile procesului curent.

În cazul unui experiment EVOP cu două variabile, efectul de schimbare a mediei poate fi calculat în două moduri:

$$\text{Schimbarea mediei} = \frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)$$

sau

$$\text{Schimbarea mediei} = \frac{1}{5}(y_1+y_2+y_3+y_4+y_5)-y_1$$

Preluînd exemplul de la 2.5.1 (tabelul 15), efectul de schimbarea mediei în cazul primei relații va fi:

Schimbarea mediei $= \frac{1}{5}[(6+8+5+9)-(4\times 7)]=0$ iar în situația aplicării celei de a doua relații:

Schimbarea mediei $= \frac{1}{5}[(7+6+8+5+9)-7]=0.$

Rezultă, deci, în acest exemplu și pentru faza respectivă că efectul de schimbarea mediei este nul.

Scanned with OKEN Scanner

În ipoteza unui experiment EVOP cu trei factori, semnificația și interpretarea efectului de schimbarea mediei sînt aceleași.

Efectul de schimbarea mediei se obține scăzînd din media fazei, media condițiilor de referință.

Media fazei reprezintă media tuturor variantelor, inclusiv cele de referință, respectiv:

$$\text{Media fazei} = \frac{y_0+y_1+y_2+y_3+y_4+y\varnothing+y_5+y_6+y_7+y_8}{10}.$$

Folosind datele din tabelele 20 și 21, se obține:

$$\text{Media fazei} = \frac{7{,}50+5{,}50+6{,}80+6{,}50+7{,}0+7{,}20+4{,}50+8{,}20+7{,}10+6{,}60}{10} = 6{,}69.$$

Media condițiilor de referință este dată de relația:

$$\frac{y_0+y\varnothing}{2}$$

în care:

$$\frac{7{,}50-7{,}20}{2} = 7{,}35.$$

Acum se poate stabili efectul de schimbarea mediei:

$$6{,}69-7{,}35=-0{,}66$$

În aprecierea efectului de schimbarea mediei, se va ține seama de calculul erorilor pentru schimbarea mediei, calcul ce se efectuiază în partea dreaptă a unui formular EVOP.

2.10. CALCULUL ERORILOR

Siguranța rezultatelor obținute într-un experiment EVOP poate fi confirmată sau infirmată prin calculul erorilor, care se fac în limitele dublului erorii standard ($2\times SE$). Valorile $\pm$ care se obțin ne precizează limitele în cadrul cărora pot fi incluse rezultatele obținute, în ce privește mediile, efectele individuale și combinate ale factorilor precum și efectul de schimbarea mediei.

Astfel, în tabelul 19 (ciclul 4), cele mai bune rezultate în ce privește mediile, se obțin în varianta 5, respectiv 8. Eroarea posibilă este de $\pm 0{,}50$, conform aceluiași tabel. Vom fi siguri, deci, că în condițiile de lucru ale variantei 5, rezultatele vor fi, aproape cert, incluse în limitele $8\pm 0{,}50$ (7,50—8,50).

În ce privește efectele, acestea vor fi luate în considerare dacă din calculul erorilor pentru efecte rezultă valori apropiate sau mai mici decît cele ale efectelor.

În tabelul 19 efectele și erorile sînt:

Efect factor $A=-1\pm 0{,}50$

Efect factor $B=2{,}5\pm 0{,}50$

Efectul factorilor $AB=0\pm 0{,}50$.

Scanned with OKEN Scanner

Același raționament îl vom aplica și în cazul efectului de schimbarea mediei:

Efectul de schimbarea mediei $= -0{,}4 \pm 0{,}44$.

Calculul erorilor se efectuiază cu ajutorul relațiilor prevăzute în partea dreaptă a formularelor EVOP și anume:

	2 factori	*3 factori*
Calculul erorilor pentru medii noi	$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s$	$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s$
Calculul erorilor pentru efecte noi	$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s$	$\pm \frac{1{,}41}{\sqrt{n}} \cdot s$
Calculul erorilor pentru schimbarea mediei	$\pm \frac{1{,}79}{\sqrt{n}} \cdot s$	$\pm \frac{1{,}26}{\sqrt{n}} \cdot s$

Astfel s, după cum se cunoaște simbolizează o estimare a abaterii medii patratice. Pentru ciclurile 1 și 2 ale experimentului cu 2 factori și pentru ciclul 1 al experimentului cu trei factori se folosește evaluarea anterioară a abaterii (v. 2.6). Pentru restul ciclurilor se utilizează estimarea abaterii medii patratice rezultată din experiment și care se stabilește folosind elementele de calcul prevăzute în partea dreaptă a tabelului (rîndurile I—VI).

În ce privește fracțiile $\frac{2}{\sqrt{n}}$, $\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}$, $\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}$ și $\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}$, acestea se pot calcula de cel care efectuiază experimentul, cunoscînd că simbolul n reprezintă numărul ciclurilor. Astfel, pentru ciclul 1, aceste relații devin $\frac{2}{\sqrt{1}}$, $\frac{1{,}79}{\sqrt{1}}$, $\frac{1{,}41}{\sqrt{1}}$ și $\frac{1{,}26}{\sqrt{1}}$; pentru ciclul 2: $\frac{2}{\sqrt{2}}$, $\frac{1{,}79}{\sqrt{2}}$, $\frac{1{,}41}{\sqrt{2}}$, $\frac{1{,}26}{\sqrt{2}}$ ș.a.m.d.

Pentru ușurința calculului se poate folosi tabelul 16, în care sînt redați factorii de multiplicare pentru fiecare din aceste relații.

Pornind, de pildă, de la calculul erorilor pentru medii, acesta are la bază asigurarea dublului erorii standard ($2 \times SE$).

Cunoscînd că eroarea standard $= \frac{s}{\sqrt{n}}$, atunci dublul erorii standard $= \pm 2\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$ sau $\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s$.

Pentru ciclul 1, factorul de multiplicare va fi $\frac{2}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{1}} = 2{,}0$, pentru ciclul 2 va fi $\frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{2}{1{,}41} = 1{,}41$ ș.a.m.d.

Calculul erorilor pentru efecte în experimentul EVOP cu doi factori se face cu ajutorul aceleași relații $\left(\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s\right)$, și se deduce, după G. Box, astfel.

Efectul $A = \frac{1}{2}(y_3 + y_4 - y_2 - y_5)$.

Scanned with OKEN Scanner

Dispersia efectului factorului A este:

$$D_{(A)}=D\left(\frac{1}{2}y_3+\frac{1}{2}y_4-\frac{1}{2}y_2-\frac{1}{2}y_5\right)=\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right)\frac{\sigma^2}{n}=\frac{\sigma^2}{n}.$$

Dacă se stabilește o estimare (s) a abaterii medii patratice atunci: $SE_{(A)}=\frac{s}{\sqrt{n}}$ și dublul erorii standard va fi $=\pm 2\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$ sau $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s$

În ce privește calculul erorilor privind efectul de schimbarea mediei pentru 2 factori, acesta, după cum se știe, se calculează astfel:

Efectul de schimbarea mediei $=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)$.

Dispersia efectului de schimbarea mediei va fi:

$$D\left(\frac{1}{5}y_2+\frac{1}{5}y_3+\frac{1}{5}y_4+\frac{1}{5}y_5-\frac{4}{5}y_1\right)=\left(\frac{1}{25}+\frac{1}{25}+\frac{1}{25}+\frac{1}{25}+\frac{16}{25}\right)\frac{\sigma^2}{n}=\frac{4}{5}\frac{\sigma^2}{n}.$$

Eroarea standard (SE) a schimbării mediei este:

$$SE=\frac{2}{\sqrt{5}}\frac{s}{\sqrt{n}}=0{,}89\frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dublul erorii standard va fi:

$$2\times SE=2(0{,}89)\frac{s}{\sqrt{n}}=1{,}79\frac{s}{\sqrt{n}}=\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s.$$

Pentru ciclul 1 factorul de multiplicare va fi: $\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}=\frac{1{,}79}{\sqrt{1}}=1{,}79$;

pentru ciclul 2: $\frac{1{,}79}{\sqrt{2}}=\frac{1{,}79}{1{,}41}=1{,}26$ ș.a.m.d.

Referitor la calculul erorilor pentru efectul de schimbarea mediei, în cazul experimentului EVOP cu trei factori, se procedează în felul următor:

Efectul de schimbarea mediei se calculează scăzînd din media fazei, media condițiilor de referință sau efectuînd calculele pe fiecare bloc, în parte:

Schimbarea mediei pentru blocul I $=\frac{1}{5}(y_1+y_2+y_3+y_4-4y_0)$

Schimbarea mediei pentru blocul II $=\frac{1}{5}(y_5+y_6+y_7+y_8-4y_\varnothing)$

Media va fi:

$$\frac{1}{10}(y_1+y_2+y_3+y_4-4y_0+y_5+y_6+y_7+y_8-4y_\varnothing)$$

Schimbarea totală a mediei este:

$$-\frac{4}{10}y_0+\frac{1}{10}y_1+\frac{1}{10}y_2+\frac{1}{10}y_3+\frac{1}{10}y_4-\frac{4}{10}y_\varnothing+\frac{1}{10}y_5+\frac{1}{10}y_6+\frac{1}{10}y_7+\frac{1}{10}y_8$$

Dispersia schimbării totale a mediei va fi:

$$\left(\frac{16}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}+\frac{16}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}+\frac{1}{100}\right)\frac{\sigma^2}{n}=0{,}4\frac{\sigma^2}{n}$$

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea standard a schimbării totale a mediei este:

$$0{,}632\,\frac{s}{\sqrt{n}}\cdot$$

iar dublul erorii standard va fi;

$$2\times SE=\pm 2(0{,}632)\frac{s}{\sqrt{n}}=\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s$$

Pentru ciclul 1 factorul de multiplicare va fi: $\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}=\frac{1{,}26}{\sqrt{1}}=1{,}26$; pentru ciclul 2: $\frac{1{,}26}{\sqrt{2}}=\frac{1{,}26}{1{,}41}=0{,}89$ ș.a.m.d.

2.11. INTERPRETAREA REZULTATELOR

Concluziile unui experiment EVOP se exprimă, în mod sintetic, sub forma unui tabel, care trebuie să cuprindă următoarele date:

— faza în care s-au obținut îmbunătățirile;
— ultimul ciclu efectuat;
— procesul tehnologic sau operațiunea care a format obiectul experienței;
— scopul urmărit, cu eventuala precizare a direcției de îmbunătățire dorită;
— factorii luați în studiu;
— mediile ultimului ciclu;
— eroarea limită pentru medii;
— media fazei;
— efectele individuale și combinate precum și eroarea limită a acestora;
— abaterea medie patratică estimată (s);
— evaluarea anterioară a abaterii medii patratice (σ).

După întocmirea acestui tabel sintetic, datele înregistrate în cuprinsul lui sînt interpretate, se subliniază îmbunătățirile aduse și avantajele care se obțin și decizia finală luată.

Mai jos se prezintă un exemplu pentru un experiment EVOP cu doi factori.

Concluzii la aplicația nr:

Faza I; ultimul ciclu $n=4$;
Proces: concentrarea gemului;
Scop: îmbunătățirea aspectului și consistenței;
Factori: *p*H și concentrația în zahăr;
Mediile ultimului ciclu (fig. 30).
Eroarea limită pentru medii: $\pm 0{,}70$.
Media fazei: 6,35.

Scanned with OKEN Scanner

Efectele și erorile limită:

*p*H	— 1	± 0,50
concentrație în zahăr	2,50	± 0,50
*p*H x contrație în zahăr	0	± 0,50
Schimbarea mediei	— 0,4	± 0,44
Abaterea medie patratică estimată	(*s*)	= 0,70
Evaluarea anterioară a abaterii	(σ)	= 2,1

Din acest tabel informativ se poatee constata, în primul rînd, că cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5, în care s-a lucrat cu un *p*H de 2,9 și o concentrație în zahăr de 66%. Garanția obținerii în continuare a unor rezultate bune este confirmată de eroarea limită pentru medii de ±0,50. Deci, aproape sigur, rezultatele viitoare, în aceleași condiții de lucru (*p*H: 2,9 și concentrație în zahăr 66%) se vor înscrie între limitele respective: 8±0,50 (7,50—8,50).

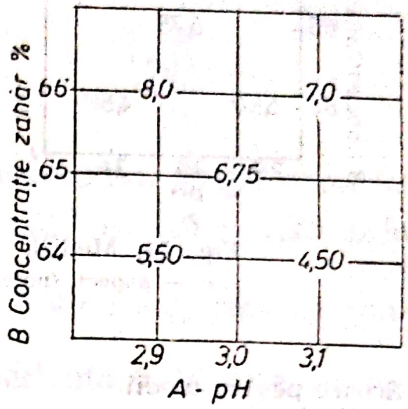


Fig. 30. Mediile rezultatelor obținute (note).

În ce privește media fazei de 6,35, ea este inferioară procesului curent dar se observă că în două din variante (V_3 și V_5) rezultatele sînt superioare procesului curent.

Referitor la efecte, se poate afirma că diminuarea *p*H-ului a avut un efect pozitiv, fapt confirmat de efectul negativ (—1) al acestuia. La acest efect trebuie avut în vedere eroarea ±0,50. Efectul concentrației în zahăr se dovedește mai important, avînd o valoare de 2,5±0,50. Efectul interacțiunii factorilor *p*H×concentrație în zahăr, este nul (0±0,50). Pe de altă parte, efectul care are o valoare mult mai mică decît a erorii, nu poate fi luat în considerație.

Efectul de schimbarea mediei este de —0,4, cu o eroare de ±0,44.

O altă apreciere a rezultatelor obținute constă din următorul calcul:

Diferența dintre varianta cea mai bună (V_5) și varianta procesului curent (V_1) este de 1,25 (8—6,75=1,25). Divizînd 1,25 prin estimarea abaterii medii patratice, 0,70, se obține 1,78 $\left(\frac{1,25}{0,70} = 1,78\right)$ ceea ce confirmă îmbunătățirea realizată.

Tot aici trebuie subliniate avantajele care se obțin de pe urma îmbunătățirii aspectului și consistenței (mărimea volumului de desfacere, posibilitatea desfacerii la export, realizarea de beneficii suplimentare etc.).

În ipoteza în care se urmăresc două sau mai multe obiective, rezultatele se prezintă astfel;

Concluzii la aplicația nr:

Faza I; ultimul ciclu $n=4$;

Proces: concentrarea gemului;

Scop: îmbunătățirea aspectului (note), îmbunătățirea consistenței (g Lüers), costuri de producție (lei); aspectul se apreciază prin note (1—

10), consistența prin g Lüers (100—200 g), costurile de producție se exprimă în lei pe unitate de ambalaj.

Factorii: *p*H și concentrația în zahăr.

Mediile ultimului ciclu (fig. 31).

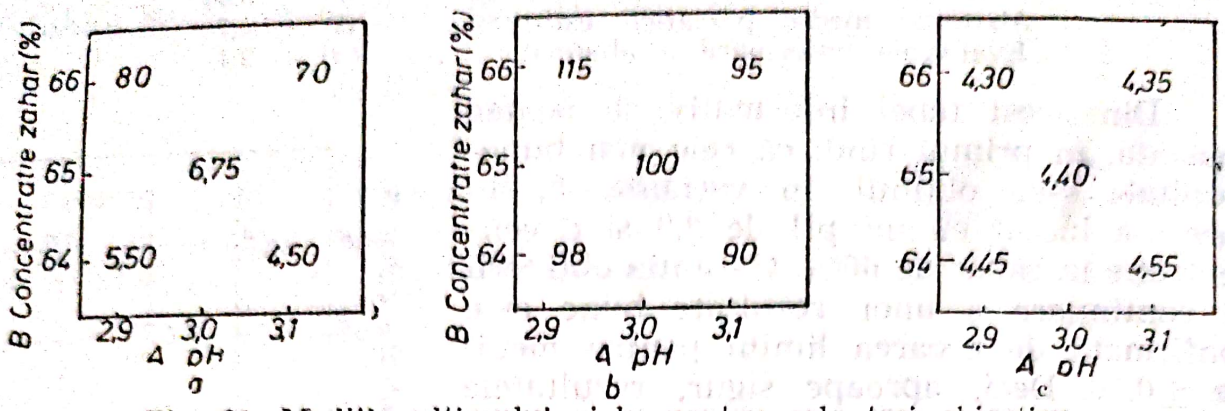


Fig. 31. Mediile ultimului ciclu pentru cele trei obiective
a — aspect (note); *b* — consistență (g. Liiers); *c* — cost (lei).

		Aspect	Consistență	Cost
Eroare pentru medii		±0,50	±9,20	±0,05
Media fazei		6,35	99,6	4,41
Efectele și erorile limită				
*p*H	—1	±0,50	—14±9,20	0,075±0,05
concentrație zahăr	2,50	±0,50	11±9,20	—0,175±0,05
*p*H x concentrație zahăr	0	±0,50	—6±9,20	—0,025±0,05
schimbarea mediei	—0,4	±0,44	—0,4±8,19	0,01 ±0,04
Abaterea estimată (s)		0,70	9,20	0,04
Evaluarea anterioară a abaterii (σ)		2,10	10,60	0,08
Diferența dintre cel mai bun rezultat și procesul curent		1,25	15	0,10
Raport dintre această diferență și abaterea estimată (*s*)		$\frac{1,25}{0,70}=1,78$	$\frac{15}{9,20}=1,63$	$\frac{0,10}{0,04}=2,5$

Interpretarea datelor se face astfel cum s-a arătat în exemplul precedent (cazul unui experiment EVOP cu un singur obiectiv).

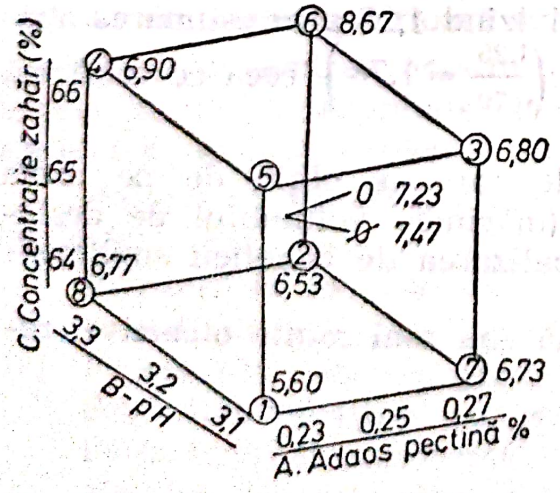


Fig. 32. Mediile ultimului ciclu pentru un experiment EVOP cu trei factori.

În ipoteza unui experiment EVOP cu trei factori, interpretarea rezultatelor se face, în linii mari, la fel.

În cele ce urmează, se prezintă concluziile la un program cu trei variabile:

Concluzia la aplicația nr.:

Faza I; ultimul ciclu $n=3$;

Proces: concentrarea gemului;

Scop: îmbunătățirea aspectului (apreciere făcută prin note (1—10);

Factorii: adaos pectină (%); pH; concentrație zahăr (%).

Mediile ultimului ciclu (fig. 32).

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea limită pentru medii		±0,46
Media fazei	6,76	
Efectele și erorile limită		
Adaos pectină	1,13	±0,33
*p*H	1,21	±0,33
Concentrație zahăr	0,41	±0,33
Adaos pectină x *p*H	—0,37	±0,33
Adaos pectină x concentrație zahăr	0,69	±0,33
*p*H x concentrație zahăr	0,71	±0,33
Adaos pectină x *p*H x concentrație zahăr	0,31	±0,33
Schimbarea mediei	—0,59	±0,29
Abaterea medie patratică estimată	(s)	= 0,40
Evaluarea anterioară a abaterii	(σ)	= 0,75

Diferența dintre varianta cu cele mai bune rezultate (8,67) și media condițiilor de referință $\left(\frac{7,23+7,47}{2}=7,35\right)$ este 1,32. Divizînd 1,32 prin abaterea mediei patratică estimată (s=0,40) se obține 3,3, ceea ce confirmă îmbunătățirea realizată.

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 6, în care s-a lucrat cu următorii parametrii:

— adaos pectină 0,27%
— *p*H 3,3
— concentrație zahăr 66%

Rezultatul respectiv de 8,67 prezintă o certitudine de ±0,46 ceea ce este satisfăcător. Celelalte date se interpretează astfel cum au fost prezentate în exemplul programului EVOP cu două variabile.

Scanned with OKEN Scanner

3.
Particularitățile aplicării operării evolutive în industria alimentară

Aplicarea metodei EVOP în industria alimentară prezintă unele particularități specifice acestei ramuri.

3.1. ASEMENĂRI ȘI DEOSEBIRI FAȚĂ DE INDUSTRIA CHIMICĂ

Operarea evolutivă s-a aplicat cu precădere în industria chimică, existînd numeroase lucrări apărute pe plan mondial. Însăși elaboratorul metodei, *G. Box*, prezintă în lucrarea sa de bază multe exemple din industria chimică. Asemănarea proceselor din industria chimică cu cele din industria alimentară a determinat transpunerea, relativ ușoară, a metodei în această ramură industrială. Dacă referirea se face la procese, întîlnim atît în industria chimică cît și în industria alimentară, procese ca: mărunțirea materialelor, cernerea și separarea, filtrarea, sedimentarea, centrifugarea, transmiterea căldurii, răcirea, evaporarea, difuziunea, uscarea, absorbția, distilarea, rectificarea, extracția, absorbția etc.

Subramuri ca industria uleiului, industria zahărului, industria berii și altele, se caracterizează prin multitudinea proceselor. Alte subramuri ca industria cărnii, industria laptelui etc. prezintă ca o notă specifică atît procese multiple cît, mai ales, un număr mare de sortimente din care numeroase cu caracteristici tehnologice distincte.

Ceea ce conferă o notă aparte industriei alimentare în raport de industria chimică sînt procesele biochimice și care adaogă industriei alimentare un grad de complexitate sporit. Se poate afirma că biochimia reprezintă o disciplină de bază, a industriei alimentare.

O altă trăsătură deosebită a industriei alimentare este cea referitoare la caracteristicile produselor alimentare. Din acest punct de vedere, caracteristicilor fizico-chimice li se adaogă, cu o însemnătate deosebită, însușirile senzoriale și cele igienice.

Produsele alimentare care nu au calități senzoriale nu pot fi consumate de om iar cele care nu au calități igienice, nu trebuie să fie ingerate.

Scanned with OKEN Scanner

3.2. SPECIFICITATEA PRODUSELOR ALIMENTARE

După cum se va vedea, sfera de aplicabilitate a metodei EVOP în industria alimentară este largă. O parte din aceasta se referă la îmbunătățirea calității produselor alimentare. Dacă pentru ameliorarea caracteristicilor fizico-chimice și igienice, măsurarea acestora se poate efectua în mod obiectiv, pentru cele senzoriale aprecierea prezintă aspecte subiective, în practică aplicîndu-se de multe ori decizia de corespunzător (bun) sau necorespunzător (rău).

După cum s-a văzut, aplicarea operării evolutive presupune măsurarea obiectivă și exprimarea în cifre a caracteristicilor studiate pentru a se putea aplica criteriile statistice.

Dat fiind importanța caracteristicilor senzoriale și necesitatea de a fi îmbunătățite în permanență, în cele ce urmează se vor prezenta sumar aceste caracteristici și metode de apreciere obiectivă, inclusiv evaluarea lor prin sisteme de note sau punctaje.

Odată rezolvată această problemă, calea aplicării metodei EVOP, în domeniul îmbunătățirii caracteristicilor senzoriale, este deschisă.

3.2.1. CARACTERISTICILE SENZORIALE

Insușirile senzoriale ale produselor alimentare sînt hotărîtoare în decizia pe care omul o ia, de a accepta sau respinge un aliment. Aceste însușiri se referă la gust, miros, aromă, aspect, culoare, consistență, formă etc. și aprecierea lor se face cu ajutorul celor cinci simțuri: gustul, mirosul, văzut, pipăitul și auzul.

Gustul. Senzațiile gustative se disting prin patru gusturi fundamentale: dulce, sărat, acru și amar. Multe din celelalte senzații gustative reprezintă combinații ale acestora.

Cele patru gusturi (dulce, sărat, acru și amar) se pot realiza cu ajutorul soluțiilor de zaharoză, clorură de sodiu, acid tartric și cofeină sau chinină.

Soluțiile respective trebuie să se afle într-o anumită concentrație pentru a provoca o senzație. Minimum concentrației perceptibile poartă denumirea de prag al senzațiilor.

Pe de altă parte, cele patru gusturi de bază dau senzații variabile de plăcut sau neplăcut, aceasta depinzînd de concentrație. Astfel, Engel cercetînd această problemă pe un număr mai mare de subiecți, a constatat că senzația de plăcut pentru gustul dulce, acru și sărat este conferită de următoarele concentrații: zaharoză 9%, acid tartric 0,28%, clorură de sodiu 2%. Referitor la gustul amar, numai o parte din subiecți (24%) au apreciat soluția de 0,0007% sulfat de chinină, ca plăcută.

Intensitatea senzațiilor gustative este influențată de concentrația substanțelor, temperatura mediului ambiant, gradul de mărunțire a alimentelor, condiții psihofiziologice, pregătirea degustătorilor, degustarea repetată a aceleiași substanțe, temperatura substanței.

Scanned with OKEN Scanner

În ce privește influența temperaturii asupra gustului, se cunoaște că receptivitatea față de dulce crește pe măsura sporirii temperaturii soluției și ajunge la maximum la temperatura de 37°C, iar la temperatura de 50°C descrește brusc, după care dispare complet. Pentru gustul sărat, acest maximum corespunde la 18—20°C, pentru gustul amar la 10°C iar pentru gustul acru la 18°C. Toate senzațiile gustative slăbesc brusc sau dispar la temperatura de 0°C.

Mirosul. Industria alimentară trebuie să acorde importanță acestei caracteristici senzoriale deoarece mirosul poate atrage sau respinge consumatorul. Olfacția este importantă, nu numai prin controlul calitativ al alimentelor, dar și prin rolul pe care îl are în declanșarea secreției glandelor digestive.

Și în cazul mirosului există un prag olfactiv, care reprezintă cantitatea cea mai mică de substanță odorantă capabilă să declanșeze un stimul perceptibil.

Sensibilitatea olfactivă este influențată de temperatură, presiunea atmosferică, umiditatea aerului, concentrația substanței odorante, condițiile psihofiziologice etc.

În practica industriei alimentare se pun diferite probleme în legătură cu mirosul, cum ar fi posibilitatea de anihilare a unui miros prin altul, necesitatea sesizării concomitente a mai multe mirosuri, obținerea unor mirosuri noi din combinarea unor amestecuri și, în sfîrșit, diminuarea reciprocă a mirosurilor, denumită și compensarea reciprocă.

Aroma. La formarea acestei caracteristici participă atît simțul gustului cît și simțul mirosului dar pot să mai contribuie consistența, temperatura, culoarea și ale însușiri ale produselor alimentare.

Astăzi se cunoaște că unele arome sînt determinate de una sau mai multe substanțe chimice, care atribuie aroma caracteristică unui produs ingerat. Dezvoltarea și utilizarea cromatografiei în faza gazoasă a permis cunoașterea unor substanțe care determină aromele precum și distribuția substanțelor volatile în diverse alimente.

Asigurarea unor arome cît mai plăcute pentru foarte multe produse constituie o preocupare de bază a industriei alimentare. Aici, intervine rolul specialistului de a îmbina componentele materiilor prime și auxiliare astfel încît să obțină acea aromă care să confere produselor respective, calități senzoriale deosebite. De asemenea, adaosul de condimente sau de substanțe aromatizante, constituie alte mijloace la îndemîna specialistului pentru a realiza produse cu o aromă plăcută. Dezvoltarea industriei de substanțe aromatizante, pe plan mondial, constituie o dovadă a importanței ce se acordă acestei probleme.

Culoarea, aspectul, forma, mărimea. Aceste caracteristici sînt apreciate cu ajutorul văzului și ele prezintă o importanță deosebită, atît pentru proiectantul cît și pentru fabricantul de produse alimentare. Aspectul general și culoarea alimentelor sînt hotărîtoare în acceptarea sau preferința ce se acordă acestora. De asemenea, ele sînt însemnate pentru stimularea funcțiilor gastrice.

Scanned with OKEN Scanner

Realizarea unei culori atrăgătoare se obține prin combinarea corespunzătoare a materiilor prime și auxiliare, prin utilizarea unui proces tehnologic adecvat sau prin folosirea coloranților.

Evaluarea formei și mărimii se poate efectua prin măsurători. Pentru o serie de produse, estimarea culorii se poate executa, în mod obiectiv, cu ajutorul aparatelor sau prin analize de laborator (culoarea berii, culoarea zahărului, culoarea pastei de tomate etc.).

Aspectul general al unor produse (preparate culinare, preparate de carne, torturi, prăjituri etc.) rămîne în continuare să fie apreciat prin simțul văzului, decizia consumatorului fiind suverană și de care specialistul din industria alimentară trebuie să țină seama.

Consistența, textura. Aprecierea texturii se poate face prin pipăire cu degetele sau prin percepții bucale, atribuindu-se produselor alimentare diverse caracteristici, cum ar fi; moale, ferm, tare, crocant, fărămicios, fragil, fraged, păstos, fluid, vîscos, elastic, lipicios, fibros, nisipos etc.

Vîscozitatea sau consistența sînt însușiri de mare importanță pentru produse, cum sînt: sucurile, gemurile, geleurile, cremele, maionezele, uleiurile, siropurile, aluaturile etc.

Vîscozitatea, consistența și textura pot fi evaluate, pentru unele produse, și prin aparate sau dispozitive construite în acest scop, în care caz aprecierea are, în mod evident, un caracter obiectiv.

Caracteristicile de textură ale produselor alimentare pot fi influențate de varietate, mod de cultură, grad de maturitate, mod de recoltare și manipulare și procesele tehnologice folosite.

3.3. APRECIEREA ÎNSUȘIRILOR SENZORIALE

Aprecierea însușirilor senzoriale se efectuează de către specialiști, „degustători" sau cu ajutorul unui eșantion de consumatori.

Utilizarea specialiștilor degustători prezintă o serie de avantaje, cum ar fi de pildă numărul lor redus în comparație cu eșantionul de consumatori, posibilitatea de a-i convoca repede, aprecierea competentă și sigură a caracteristicilor analizate.

Folosirea unui eșantion de consumatori se practică mai mult în cazul lansării pe piață a unor noi sortimente sau a reproiectării unor sortimente existente.

În cazul aplicării metodei EVOP în scopul îmbunătățirii însușirilor senzoriale, aprecierea acestora în cursul efectuării unor programe de operare evolutivă, se va face cu ajutorul specialiștilor degustători.

Prin specialist degustător trebuie să se înțeleagă acei specialiști din industria alimentară, care au fost selecționați pe baza aptitudinilor fiziologice pe care le posedă și care apoi, prin nenumărate și diverse exerciții pe o grupă de produse alimentare limitată (brînzeturi, preparate carne, conserve carne, produse zaharoase, preparate culinare etc.), au

Scanned with OKEN Scanner

căpătat deprinderea de a preciza cu ușurință și exactitate, toate aspectele legate de caracteristicile senzoriale ale produselor respective.

3.3.1. TESTAREA FIZIOLOGICĂ

Testarea fiziologică se efectuează cu prioritate pentru verificarea aptitudinilor legate de simțul gustului și se referă la cele patru gusturi de bază:

— dulce
— acru
— amar
— sărat.

Pentru executarea testării fiziologice sînt necesare următoarele substanțe și materiale:

— zaharoză
— acid tartric
— cofeină
— clorură de sodiu
— apă distilată
— căni sau pahare de aproximativ 28,5 g.

După *W. Gould*, concentrațiile soluțiilor pentru testarea fiziologică sînt prezentate în tabelul 34.

Tabelul 34

Concentrația soluțiilor pentru testarea fiziologică

Gust acid (Acid tartric) - Greutate moleculară 150

	Concentrația molară	ml de 1 M din soluția de bază pentru a realiza 1 000 ml	Greutatea substanței la 100 ml H_2O, în mg
1	0,0001	0,10	15,0
2	0,0003	0,30	45,0
3	0,0009	0,90	135,0
4	0,0027	2,70	405,0
5	0,0081	8,10	1,215 g
6	0,0243	24,30	3,64 g
7	0,0729	72,90	10,92 g

Gust sărat (clorură de sodiu) Greutate moleculară 58,5

	Concentrația molară	ml de 1 M din soluția de bază pentru a realiza 1 000 ml	Greutatea substanței la 1 000 ml H_2O, în mg
1	0,0010	0,5	27,25
2	0,0030	1,5	87,75
3	0,0090	4,5	263,25
4	0,0270	13,5	789,75
5	0,0810	40,5	2,37 g
6	0,2430	121,5	7,11 g
7	0,7290	364,5	21,32 g

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 34 (continuare)

	Concentrația molară	ml de 1 M din soluția de bază pentru a realiza 1 000 ml	Greutatea substanței la 1000 ml H_2O, în mg
Gust dulce (zaharoză) Greutatea moleculară 342			
1	0,002	2,0	87,75
2	0,004	4,0	263,25
3	0,008	8,0	526,50
4	0,016	16,0	1,053 g
5	0,032	32,0	2,106 g
6	0,064	64,0	4,212 g
7	0,128	128,0	8,424 g
Gust amar (cofeină) Greutatea moleculară 386			
	Concentrația molară	ml de 0,1 M din soluția de bază pentru a realiza 1 000 ml	Greutatea substanței la 1 000 ml H_2O, în mg
1	0,0002	2,0	77,2
2	0,0004	4,0	154,4
3	0,0008	8,0	308,8
4	0,0016	16,0	617,6
5	0,0032	32,0	1,235 g
6	0,0064	64,0	2,47 g
7	0,0128	128,0	4,94 g

Tot *W. Gould*, face o serie de recomandări legate de instruirea și testarea celor supuși acestei verificări.

Soluțiile se vor pregăti cu ajutorul apei distilate, în concentrațiile prevăzute în tabelul 34, folosindu-se o balanță analitică cu o precizie apropiată de 0,0002 g.

Într-un pahar separat se va pune la dispoziția fiecărei persoane apă distilată, pentru a-și clăti gura după fiecare probă.

Gustul amar nu se va folosi primul, recomandîndu-se să fie ultimul.

Probele vor purta simboluri (litere sau cifre sau combinații de litere și cifre), care vor fi ținute în secret și vor fi prezentate fiecărui participant în altă ordine. Porțiile din pahare vor fi de cel mult 30 g (25—30 g). Fiecare probă va fi bine amestecată în gură, pentru a se stabili:

— gustul care este perceput;

— dacă există vreo diferență față de proba anterioară.

Soluțiile vor fi ținute în gură pînă la 10 secunde iar între două probe se acordă 2 minute.

La intervale de cel puțin o zi, testul va fi repetat, de cel puțin trei ori, pentru a se verifica dacă persoanele respective pot obține aceleași rezultate.

Fiecare participant la test trebuie să furnizeze o serie de informații privind:

— sexul și vîrsta;

Scanned with OKEN Scanner

— precizarea dacă este fumător ocazional sau fumător obișnuit;
— intervalul de timp scurs de la ultima țigară fumată;
— dacă este răcit sau are guturai;
— dacă este sensibil la răceli;
— dacă are afecțiuni ale sinusului sau nasului;
— cît timp s-a scurs de cînd a mîncat;
— dacă a participat la degustări de produse, ce fel de sortimente și în ce scop;

Răspunsurile vor trebui să fie concise și, acolo unde este posibil, prin da sau nu.

Interpretarea rezultatelor constă în aptitudinea de percepere a nivelelor de concentrație mai mici și în capacitatea de a repeta în mod consecvent aceste teste.

Interpretarea rezultatelor constă în aptitudinea de percepere a nivelelor de concentrație mai mici și în capacitatea de a repeta în mod consecvent aceste teste.

De asemenea, se cere subiecților să diferențieze diversele trepte de concentrație ale soluțiilor și, în special, cele cuprinse între următoarele limite:

— gust acru: 0,0027—0,0081 concentrație molară;
— gust sărat: 0,0810—0,2430 concentrație molară;
— gust dulce: 0,0320—0,0640 concentrație molară;
— gust amar: 0,080 —0,032 concentrație molară;

Există și alte procedee pentru testarea fiziologică a gusturilor. Astfel, M. F. Depledt recomandă, pentru fiecare gust, o serie de 10 probe, conținînd o suită de concentrații, în care aceiași concentrație este repetată de 2 sau 3 ori, care permit a se aprecia în mod obiectiv capacitatea celor supuși selecției. Astfel, unele din variante pot fi următoarele:

O, O, *prag*, *prag*, *prag*+0,1, *prag*+0,1, *prag*+0,2, *prag*+0,2 etc.
sau
O, O, O, *prag*, *prag*, *prag*+0,1, *prag*+0,2, *prag*+0,2 etc.

A doua variantă permite ca subiectul să nu se obișnuiască, prin varierea numărului de probe, cu aceiași concentrație:

Pentru realizarea pragurilor, M. F. Depledt recomandă următoarele concentrații:

— gustul sărat este conferit de clorura de sodiu în concentrație de 0,6 g/l;
— gustul dulce se obține prin dizolvarea a 5 g zaharoză într-un litru de apă;
— gustul acru este realizat cu ajutorul acidului tartic, respectiv 0,085 g/l apă;
— gustul amar se obține cu ajutorul sulfatului de chinină în concentrație foarte redusă și anume 0,008 g/l.

Același autor propune prepararea de soluții cu gusturi specifice de metal, mucegai, chimice etc.

Scanned with OKEN Scanner

3.3.2. CONDIȚIILE NECESARE TESTĂRII ȘI DEGUSTĂRILOR

3.3.2.1. CONDIȚII MATERIALE

In general, se consideră greșită opinia că desgustările se pot efectua oriunde și în orice condițiuni. Improvizațiile și condițiile necorespunzătoare pot avea influențe negative asupra rezultatelor urmărite.

Din punct de vedere al dotării materiale, M. F. Depledt face următoarele recomandări:

Sala destinată degustărilor trebuie să fie separată de laborator însă să se poată comunica ușor cu acesta, va fi dotată cu uși duble, va fi izolată termic și fonic, va avea aer condiționat cu aspirație calmă.

Încăperea respectivă va fi dotată cu cabine (spații despărțitoare), amplasate în lungul pereților, într-un număr convenabil (15—20), avînd următoarele dimensiuni; lățimea 0,80 m, adîncimea 0,60 m.

Mesele din cabine vor fi ușor lavabile deasupra, evitîndu-se materialele strălucitoare și albe. În stînga și în nișa din fund se vor găsi materialele (pahare, apă, produsele) iar în partea dreaptă, formularele ce trebuiesc completate. Scaunele vor simple dar cît mai comode.

Dat fiind faptul că instalarea cabinelor presupune existența unei suprafețe mari de pereți liberi, încăperea respectivă poate fi fără fereastre, folosindu-se o iluminare generală și una individuală, pe fiecare compartiment în parte.

Alte materiale necesare se referă la recipienți de diferite forme, capacități și culori precum și o veselă din sticlă și faianță, de asemenea de diferite culori. În același ordine de idei, trebuie prevăzute furculițe, linguri și linguriță, cuțite, șervețele de hîrtie, platouri de distribuție colective și individuale etc.

Sînt necesare apoi o serie de aparate și ustensile accesorii cum ar fi aparate de încălzit și răcit, malaxoare, aparate de zdrobit și măcinat, site, pîlnii, filtre, aparate de măsurat (volume, greutăți, temperatură, umiditate, vîscozitate, aciditate, *p*H).

Problema imprimatelor și formularelor necesare în activitatea de testare și degustare va fi tratată distinct în alt capitol.

3.3.2.2. CONDIȚII FIZICE, FIZIOLOGICE ȘI PSIHOLOGICE

Sala destinată degustării va fi lipsită de mirosuri străine, care eventual pot proveni din secțiile de fabricație sau alte surse. Condițiile de lucru trebuie să fie cît mai confortabile și plăcute.

Degustătorii sau cei supuși testării trebuie să fie într-o stare de bună sănătate. Ei nu trebuie să fie răciți, să aibă guturai sau să fie în tratament dentar.

Ora și ziua la care se efectuează degustarea sau testarea prezintă de asemenea importanță. Se va evita începutul săptămînii (ziua de luni)

Scanned with OKEN Scanner

precum și sfîrșitul săptămînii. Orele la care se recomandă a se efectua degustarea vor fi cuprinse între 9 și 11. Și aici se vor evita orele apropiate de ora mesei.

Prin condiții fiziologice se înțeleg aptitudinile individuale, care se verifică prin testul prezentat la 3.3.1. Datele statistice arată că de multe ori numai circa 50% din cei supuși acestui test se dovedesc dotați fiziologic și pot fi considerați degustători potențiali.

Se vor prefera persoanele care dau răspunsuri rapide, spontane și care nu au ezitări. Se recomandă ca bărbații și femeile să fie în număr aproximativ egal iar vîrsta acestora să fie cuprinsă între 20 și 50 ani. Copiii și persoanele peste 50 ani se vor putea folosi în cazul testării unor produse destinate acestor grupe de consumatori.

Din punct de vedere psihologic, se recomandă informarea participanților asupra scopului și prezentarea metodei, atît cît este necesară suscitarea curiozității și interesului. Se vor elimina persoanele care se dovedesc că au prejudecăți sau cele care își exprimă în mod verbal părerile. Atît testarea cît și degustarea trebuie să se caracterizeze printr-o liniște desăvîrșită. Unele păreri și concluzii se pot exprima, după completarea formularelor și numai dacă acestea sînt prevăzute în programul organizatorilor, aceasta depinzînd de scopul propus.

3.3.3. FORMAREA DEGUSTĂTORILOR

Formarea degustătorilor în industria alimentară constituie o problemă care depășește cadrul lucrării de față. În legătură cu aspectele care ne interesează, se poate preciza că cei care au corespuns condițiilor fiziologice și psihologice pot fi recrutați în sensul formării lor ca degustători pentru o categorie limitată de produse.

Urmează o perioadă îndelungată de exerciții și antrenamente, însoțită de o cunoaștere amplă a însușirilor senzoriale ale produselor respective, a senzațiilor posibile a fi percepute, a tuturor defectelor posibile, a terminologiei specifice etc.

Desăvîrșirea formării degustătorilor se caracterizează prin dispersia mică a aprecierii și notelor, pe care aceștia le acordă, putîndu-se preciza că deși colectivul de degustători reprezintă un grup divers, el este utilizat ca un singur personaj.

3.3.4. METODE DE APRECIERE

În practica degustătorilor și testărilor se folosesc, pe plan mondial, o multitudine de procedee. Iată cîteva din acestea:

Metoda triunghiulară constă în a prezenta trei probe, din care două sînt identice. Probele se codifică prin litere sau cifre și pot fi prezentate în următoarele șase posibilități:

1,1,2; 1,2,1; 2,1,1,; 2,1,2; 2,2,1; și 1,2,2.

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea rezultatelor, în cazul metodei triunghiulare, se poate face, după M. Depledt, într-un mod simplificat, folosind un chestionar cu următoarele întrebări:

1. Găsiți diferențe între *A* și *B*?
   Dacă da, în ce constă diferențele?
2. Găsiți diferențe între *B* și *C*?
   Dacă da, în ce constă diferențele?
3. Găsiți diferențe între *C* și *A*?
   Dacă da, în ce constă diferențele?
4. Care din probe sînt mai bune?
   (eventual alte precizări privind aroma, gustul etc.)

Un mijloc de evaluare și interpretare a rezultatelor, mai precis, este recomandat de W. Gould cu ajutorul tabelelor 35 și 36, în care primul se folosește pentru aprecierea aptitudinilor de diferențiere iar al doilea pentru aptitudinile privind corecta clasificare.

Tabelul 35

Aprecierea aptitudinilor pentru diferențierea probelor în metoda triunghiulară

	Nivel de importanță						
N	$\alpha = 0{,}05$ *K*	$\alpha = 0{,}01$ *K*	$\alpha = 0{,}001$ *K*	*N*	$\alpha = 0{,}05$ *K*	$\alpha = 0{,}01$ *K*	$\alpha = 0{,}001$ *K*
7	5	6	7	27	14	16	18
8	6	7	8	28	15	16	18
9	6	7	8	29	15	17	19
10	7	8	9	30	16	17	19
11	7	8	9	31	16	18	19
12	8	9	10	32	16	18	20
13	8	9	10	33	17	19	20
14	9	10	11	34	17	19	21
15	9	10	12	35	18	19	21
16	10	11	12	36	18	20	22
17	10	11	13	37	18	20	22
18	10	12	13	38	19	21	23
19	11	12	14	39	19	21	23
20	11	13	14	40	20	22	24
21	12	13	15	50	24	26	28
22	12	14	15	60	28	30	33
23	13	14	16	70	32	34	37
24	13	14	16	80	35	38	41
25	13	15	17	100	43	46	49
26	14	15	17	500	188	194	202
				1 000	363	372	383

N=număr de probe din eșantion (număr de aprecieri)
X=număr de separare corect a probelor identice
Decizii: „nu are aptitudini" dacă $X < K$
„are aptitudini" dacă $X > K$

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea aptitudinilor privind clasificarea corectă în metoda triunghiulară

N	Nivel de importanță					
	$\alpha = 0{,}05$		$\alpha = 0{,}01$		$\alpha = 0{,}001$	
	K	Z	K	Z	K	Z
10	3	0,64	4	0,58	5	0,27
11	3	0,36	4	0,27	5	0,09
12	3	0,15	4	0,07	6	0,74
13	4	0,96	5	0,73	6	0,32
14	4	0,62	5	0,39	6	0,09
15	4	0,36	5	0,16	7	0,76
16	4	0,16	5	0,03	7	0,36
17	5	0,99	6	0,80	7	0,12
18	5	0,66	6	0,30	8	0,86
19	5	0,40	6	0,10	8	0,43
20	5	0,20	7	0,85	8	0,18
21	5	0,03	7	0,51	8	0,01
22	6	0,73	7	0,26	9	0,57
23	6	0,47	7	0,07	9	0,27
24	6	0,26	8	0,79	9	0,07
25	6	0,08	8	0,48	10	0,76
26	7	0,48	8	0,25	10	0,41
27	7	0,57	8	0,06	10	0,17
28	7	0,35	9	0,78	10	0,00
29	7	0,16	9	0,48	11	0,60
30	8	0,98	9	0,25	11	0,31
31	8	0,69	9	0,07	11	0,10
32	8	0,46	10	0,80	12	0,85
33	8	0,25	10	0,51	12	0,50
34	8	0,08	10	0,27	12	0,24
35	9	0,84	10	0,09	12	0,06
36	9	0,59	11	0,85	13	0,75
37	9	0,37	11	0,55	13	0,43
38	9	0,18	11	0,31	13	0,20
39	9	0,01	11	0,12	13	0,03
40	10	0,74	12	0,91	14	0,69
50	12	0,63				

N=număr de probe din eșantioane
X=număr de probe din eșantioane clasificate corect
Decizii: —„nu are aptitudini“ dacă $X < K$
—„are aptitudini“ dacă $X > K+2$
Dacă $X = K+1$ se poate preciza că:
„are aptitudini“ cu o probabilitate Z
„nu are aptitudini“ cu o probabilitate $1-Z$

Compararea succesivă reprezintă o altă metodă, în care se prezintă o suită de probe diferite sau nu, adesea într-o progresie determinată, din care trebuie să se aleagă una sau mai multe. Procedeul este recomandat persoanelor puțin experimentate, deoarece trebuie doar să extraga proba care este diferențiată de celelalte.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda perechilor prezintă avantajul că se aduc doar două probe, în care cei care le examinează trebuie să stabilească fie identitatea, fie o preferință. Metoda se recomandă atunci cînd diferența dintre cele două probe este sensibilă.

Metoda duo-trio are mai multe variante. Una din acestea constă în a prezenta la început martorul iar din celelalte probe trebuie să se precizeze preferințele (eventual identitatea). Va trebui să se detalieze caracteristicile și să se determine superioritatea sau inferioritatea în raport de martorul prezentat inițial. Procedeul este recomandat pentru produsele care au gusturi noi, mai puțin cunoscute sau foarte delicate.

Un formular pentru metoda *duo-trio* este arătat în tabelul 37.

Tabelul 37

Metoda Duo-Trio

1. A este martorul
   Care probă (sau probe) sînt identice cu *A*? .....
   .....
2. Printre celelalte probe, altele decît *A*, pe care le găsiți identice între ele? .....
   .....
3. Care probe le considerați mai bune decît *A*? .....
   .....
   și care mai puțin bune decît *A*?.....
   .....

Metoda perechilor multiple constituie nu examen dificil, destinat degustătorilor experimentați. Se prezintă mai multe perechi, de obicei 4 sau 5. Ordinea perechilor este întîmplătoare, în care poate figura un martor necunoscut. Selecționarea produselor, în acest caz, se face pe grupe.

Clasificarea prin acordarea de note se aplică atunci cînd avem nevoie de o evaluare exprimată prin cifre. Se recomandă pentru degustători experimentați și care au lucrat în aceiași echipă pentru a obține răspunsuri apropiate. Rezultatele vor fi interpretate statistic, stabilindu-se în prealabil parametrii statistici (medie, mediană, abatere medie patratică, dispersie etc.).

Există multe sisteme de acordare de note sau puncte pe scara 1—9; 1—10; 1—20; .... 1—100.

Exemple de cotare numerică:

1=foarte rău
2=rău
3=destul de rău
4=mediocru
5=satisfăcător
6=destul de bun
7=bun
8=foarte bun
9=excelent

Scanned with OKEN Scanner

Ca formular se poate folosi următorul model:

	Probele			
	A	*B*	*C*	*D*
Note				
Eventuale observații				
. . . . .				

Un alt sistem constă în a acorda coeficienți sau puncte diferențiate în raport de importanța caracteristicii.

În tabelul 38 se prezintă un mod de apreciere prin note și coeficienți:

Tabelul 38

Apreciere prin note și coeficienți

Nr. crt.	Caracteristica	Criterii			Apreciere		
		Note	Coeficient	Notă maximă posibilă	Notă acordată	Coeficient	Nota obținută
1	Volum	1—10	0,3	3	8	0,3	2,4
2	Forma	1—10	0,2	2	7	0,2	1,4
3	Aspect exterior	1—10	0,5	5	9	0,5	4,5
4	Aspect în secțiune	1—10	0,5	5	8	0,5	4,0
5	Textura bucală	1—10	1	10	9	1	9,0
6	Culoare	1—10	0,5	5	8	0,5	4,0
7	Aromă	1—10	0,8	8	7	0,8	5,6
8	Gust	1—10	1,2	12	8	1,2	9,6
	TOTAL			50			40,5

Un alt mod de apreciere, folosind metoda punctajului diferențiat, s-ar prezenta astfel:

Culoare	maximum 20 puncte
Stabilitatea culorii după secționare	maximum 10 puncte
Aspect exterior	maximum 10 puncte
Aspect pe secțiune	maximum 15 puncte
Suculență	maximum 15 puncte
Gust	maximum 20 puncte
Miros	maximum 10 puncte
Total maximum	100 puncte

În sfîrșit, se poate practica un sistem de note diferențiat pe caracteristici iar în cadrul fiecărei caracteristici sînt detaliate însușirile și fixați coeficienții, astfel că cel care apreciază posedă un ghid, care per-

Scanned with OKEN Scanner

mite realizarea unei mai mari omogenități a juriului degustător. Metoda este recomandată mai ales pentru începători. Se prezintă mai jos un asemenea exemplu de la aprecierea vinurilor unde, după cum se cunoaște, s-au realizat printre cele mai mari progrese în domeniul degustării.

Notele maxime care se acordă pentru fiecare caracteristică sînt:

— gustul	5
— buchetul	3
— personalitatea	1
— limpiditatea	0,5
— culoarea	0,5
Note maximum	10,0

Aprecierea fiecărei caracteristici se face ținînd seama de următoarele precizări și coeficienți:

Gustul:

— gust armonios, fin, corespunzător cu tipul și vîrsta vinului	5,0
— gust armonios	4,0
— gust armonios, puțin corespunzător cu tipul vinului	3,0
— gust nearmonios, fără nuanțe străine	2,5
— gust comun, cu nuanță ușoară de gust străin	2,0
— vin cu gust străin	1,0

Buchetul:

— buchet fin, corespunzător cu tipul și vîrsta vinului	3,0
— buchet bine dezvoltat, corespunzător tipului vinului dar lipsit de finețe	2,5
— buchet slab dezvoltat, corespunzător tipului vinului	2,25
— buchet insuficient de curat	2,0
— buchet ce nu corespunde cu tipul vinului	1,5
— buchet cu mirosuri străine	0,6

Personalitatea:

— corespunde în totalitate cu tipul respectiv	1,0
— abatere mică de la tipul vinului	0,75
— vin netipic	0,5
— vin cu desăvîrșire lipsit de caracter	0,25

Limpiditatea:

— limpiditate cristalină, strălucitoare	0,5
— limpede, fără strălucire	0,3
— opalescent	0,2
— ușor tulbure	0,1

Culoarea:

— corespunzătoare cu tipul și vîrsta vinului	0,5
— cu o mică abatere de la culoarea specifică tipului și vîrstei vinului	0,4
— abateri mai mari de la culoarea normală	0,3
— necorespunzătoare culorii specifice, tipului și vîrstei vinului	0,2
— nuanțe închise	0,1

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza notelor acordate de juriu și a mediilor obținute, decizia se ia în raport de următoarea scară:

nota 10=vin excepțional
nota 9=aproape perfect
nota 8=excelent
nota 7=bun
nota 6=calitate mijlocie, nearmonios dar sănătos
nota 5—0=vin cu defecte

3.3.5. OBSERVAȚII FINALE

La începutul acestui capitol s-a precizat importanța caracteristicilor senzoriale ale produselor alimentare și necesitatea îmbunătățirii acestora ca un proces firesc al progresului. De asemenea, s-a subliniat necesitatea estimării obiective a acestor caracteristici și mai ales exprimarea lor în cifre, pentru a putea aplica metoda EVOP și în acest domeniu. Prezentarea sumară a cîtorva procedee, departe de a epuiza toate metodele și tehnicile folosite astăzi pe plan mondial, au avut scopul să jalonеze doar unele principii și să demonstreze posibilitatea evaluării însușirilor senzoriale și aplicării acestora, atunci cînd se pune problema utilizării operării evolutive în acest domeniu.

Trebuie, totuși, să se atragă atenția că folosirea acestor metode să se facă cu mult discernămînt și mai ales cu o pregătire minuțioasă (asigurarea condițiilor materiale, testarea fiziologică, aplicarea riguroasă a regulilor de testare și degustare și a metodelor respective etc.) pentru a se garanta obiectivitatea necesară și valabilitatea rezultatelor.

Scanned with OKEN Scanner

4.
Sfera de aplicabilitate a metodei EVOP

Sfera de aplicabilitate a metodei EVOP în industria alimentară este largă, putîndu-se utiliza pentru îmbunătățirea oricăror performanțe tehnico-economice. Folosită la început pentru îmbunătățirea calității produselor, s-a putut ulterior demonstra eficacitatea ei în domeniul îmbunătățirii randamentelor și consumurilor specifice, utilizarea mai bună a capacităților, reducerea consumurilor energetice precum și reducerea costurilor și creșterea eficienței economice în general.

4.1. ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII PRODUSELOR

Printre primele direcții de acționare a operării evolutive în industria alimentară a fost aceea a îmbunătățirii calității produselor. Calitatea produselor depinde, printre altele, de însușirile materiei prime și materialelor, de condițiile în care se desfășoară procesul tehnologic, de proporțiile materialelor folosite etc. Sub acest aspect, se pot imagina nenumărate scheme EVOP, pe baza cărora să se urmărească îmbunătățirea uneia sau a mai multor caracteristici. Numeroase exemple pot fi prezentate în acest domeniu. Astfel:

Aspectul și culoarea sucului de tomate sînt influențate de temperatura și durata tratamentului termic în operațiunea de preîncălzire, care are ca efect solubilizarea substanțelor pectice și menținerea pigmenților naturali. Aceleași caracteristici pot fi urmărite la pasta de tomate, în operațiunea de preîncălzire a pulpei de roșii.

La conservele de mazăre, culoarea boabelor și frăgezimea acestora iar la fasole, culoarea verde, pot fi păstrate cît mai aproape de aspectul lor natural prin optimizarea factorilor temperatură și timp, în operațiunea de opărire a boabelor și respectiv a păstăilor.

Reducerea numărului de germeni, mărirea durabilității, îmbunătățirea aspectului în secțiune, a culorii și consistenței preparatelor de carne, pot constitui obiectul unor experimentări, în care să se analizeze factorii timpul și durata de fierbere.

Scanned with OKEN Scanner

Îmbunătățirea calității bradtului și a produselor rezultate se poate realiza acționîndu-se asupra factorilor care influențează acest proces: temperatură, caracteristicile cărnii, concentrația în sare, cantitatea de apă adăogată etc. În ipoteza în care bradtul se prepară din carne rece, se pot lua în considerație factorii: cantitatea de polifosfat și temperatura apei adăogate, pentru a se urmări în plus asigurarea legăturii, consistența și culoarea. La produsul finit, parizer, se pot lua în considerație factorii: cantitatea de bradt, cantitatea de slănină, proporția celorlalte ingrediente, în vederea obținerii unei îmbunătățiri a caracteristicilor calitative.

Calitatea unor specialități (mușchi țigănesc, șuncă, ceafă) pot fi îmbunătățite, în ce privește gustul, aspectul, consistența, prin analiza factorilor: concentrație sare, timp maturare, temperatură.

Îmbunătățirea unor caracteristici ale pîinii (porozitate, elasticitate, umiditate etc.) pot fi realizate prin studiul factorilor temperatură și durata de coacere. În aceiași măsură, se pot analiza factorii care influențează procesul de fermentare (cantitatea de drojdie, timp de fermentare, etc.).

Ameliorarea calității coagulului iaurtului și realizarea unei acidități convenabile, se poate realiza prin analiza factorilor temperatură și timp în procesul de termostatarea iaurtului.

Îmbunătățirea consistenței înghețatei, se poate obține prin studierea factorilor presiune de omogenizare, timp de maturare etc. și descoperirea unor parametri de lucru superiori.

În procesul de fermentare primară a berii, prin analiza factorilor timp și temperatură, se poate realiza o îmbunătățire a caracteristicii berii, inclusiv sporirea conținutului în CO_2.

Studierea factorilor timp și temperatură poate determina o îmbunătățire a procesului de fabricare a glucozei iar analiza factorilor cantitate cărbune activ și pH să conducă la ameliorarea culorii.

În industria zahărului, în procesul de concentrare, se poate obține o ameliorare a culorii și purității, prin optimizarea factorilor care influențează acest proces.

În procesele de conservare și semiconservare a peștelui, se pot aduce îmbunătățiri ale caracteristicilor calitative. Astfel, gustul și aspectul peștelui marinat pot fi ameliorate, prin analiza factorilor timp, temperatură, cantitate sare și proporție acid acetic. Durabilitatea, aspectul și gustul peștelui sărat pot constitui obiectul unui studiu, în care să se studieze modul în care influențează factorii timp, proporție de sare și temperatură. Procesul de afumare a peștelui și calitatea produsului finit pot fi ameliorate prin studiul factorilor temperatura afumării, durata afumării și conținutul în sare.

S-ar putea prezenta, în continuare, alte numeroase exemple, care să demonstreze multiplele posibilități ale utilizării metodei EVOP în scopul îmbunătățirii calității.

Un studiu care va fi prezentat și care este rezultatul unei lucrări efectuate în industria conservelor de legume și fructe, se referă la conservele de fasole, la care s-a urmărit îmbunătățirea caracteristicii culoare,

Scanned with OKEN Scanner

în sensul realizării unei culori verzi cît mai apropiată de culoarea naturală a păstăilor verzi. Factorii studiați au fost temperatura și durata opăririi.

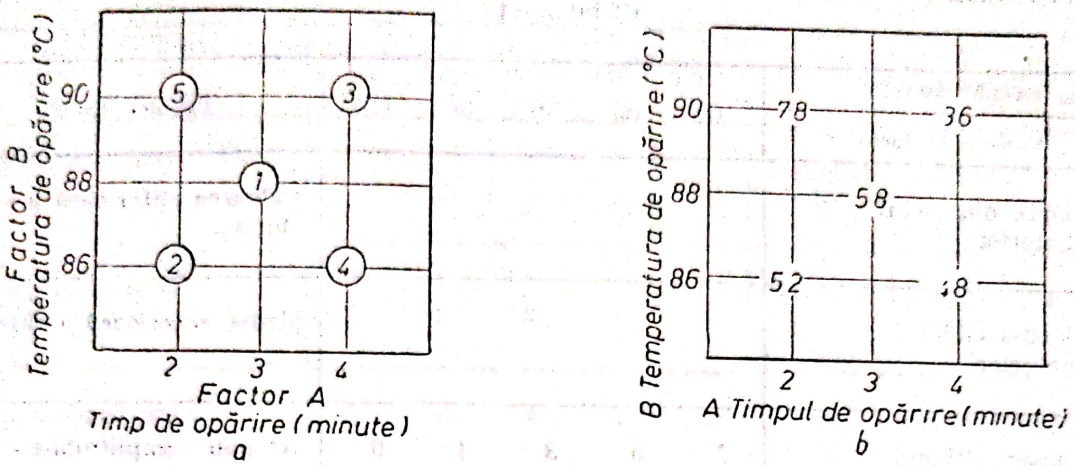


Fig.: 33. Îmbunătățirea culorii fasolei în procesul de opărire:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (note).

Aprecierea culorii s-a efectuat prin compararea culorii rezultate, respectiv a păstăilor din conservele de fasole, cu 10 etaloane de culori, corespunzător unei notări pe scara 1—10. S-a stabilit că nota 5 reprezintă nota minimă care asigură vandabilitatea produsului.

Potrivit modului de lucru, detaliat la capitolul 2, s-a elaborat o schemă EVOP cu două variabile (fig. 33), luîndu-se de bază parametrii procesului curent (varianta 1):

— timp de opărire 3 minute
— temperatura de opărire 88°C

Potrivit schemei din fig. 33 au fost elaborate variantele de lucru:

Variante	*Factor A Timp (minute)*	*Factor B Temperatura °C*
1	3	88
2	2	86
3	4	90
4	4	86
5	2	90

Experimentul s-a efectuat, pe baza acestei scheme, într-un număr de 5 cicluri iar rezultatele sînt prezentate în tabelele 39, 40, 41, 42 și 43.

Concluziile acestui experiment pot fi exprimate sintetic, astfel:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;
Proces: opărirea fasolei;
Scop: îmbunătățirea culorii;
Factori: timp și temperatură;

Rezultatele obținute, respectiv mediile ultimului ciclu, sînt arătate în fig. 33.

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 39*

Faza 1
Scop: îmbunătățirea culorii

Data
Proces: opărire

Ciclul $n=1$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior						Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior						Media anterioară a lui $s=$
III. Observații noi	7	5	3	4	9	„s" nou = amplitudine × $\times f_{5n} =$
IV. Diferențe II—III						Amplitudine =
V. Sume noi	7	5	3	4	9	Suma nouă a lui $s=$
VI. Medii noi	7	5	3	4	9	Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efetcul factorului A (timp) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5) = -3{,}5$$

Efectul factorului B (temperatura) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4) = 1{,}5$$

Efectul factorilor $(A \times B)$ (timp × temperatură) =

$$= \frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5) = -2{,}5$$

Efectul de schimbarea mediei =

$$= \frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1) = -1{,}5$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 3{,}60$$

Pentru efecte noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 3{,}60$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm \frac{1{,}79}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 3{,}22$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma = 1{,}80$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 40*

Faza I
Scop: Îmbunătățirea culorii

Data
Proces: opărire

Ciclul $n=2$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	7	5	3	4	9	Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior	7	5	3	4	9	Media anterioară a lui $s=$
III. Observații noi	6	6	4	5	7	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$ $=0,9$
IV. Diferențe II—III	1	−1	−1	−1	2	Amplitudine=3
V. Sume noi	13	11	7	9	16	Suma nouă a lui $s=0,9$
VI. Medii noi	6,5	5,5	3,5	4,5	8	Media nouă a lui $s=0,9$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (timp)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-2,75$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,75$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (timp × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-1,75$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0,9$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,54$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,54$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,27$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=1,80$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: Îmbunătățirea culorii

Data
Proces: opărire

Ciclul $n=3$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	13	11	7	9	16	Valoarea anterioară a lui $s=0,9$
II. Media ciclului anterior	6,5	5,5	3,5	4,5	8	Media anterioară a lui $s=0,9$
III. Observații noi	5	4	4	5	8	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=0,7$
IV. Diferențe II—III	1,5	1,5	−0,5	−0,5	0	Amplitudine=2
V. Sume noi	18	15	11	14	24	Suma nouă a lui $s=1,6$
VI. Medii noi	6	5	3,66	4,66	8	Media nouă a lui $s=0,8$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (timp)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-2,34$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=1$$

Efectul factorilor ($A\times B$) (timp × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=0,16$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0,54$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,92$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,92$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,82$$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 42*

Faza I
Scop: Îmbunătățirea culorii

Data
Proces: opărire

Ciclul $n=4$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	18	15	11	14	24	Valoarea anterioară a lui $s=1,6$
II. Media ciclului anterior	6	5	3,66	4,66	8	Media anterioară a lui $s=0,8$
III. Observații noi	6	5	3	6	7	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,86$
IV. Diferențe II—III	0	0	0,66	**—1,34**	**1**	Amplitudine=2,34
V. Sume noi	24	20	14	20	31	Suma nouă a lui $s=2,46$
VI. Medii noi	6	5	3,5	5	7,75	Media nouă a lui $s=0,82$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (timp)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-2,12$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,62$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (timp × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-2,12$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=-0,55$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,82$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,82$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,73$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 43

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: Îmbunătățirea culorii

Data
Proces: opărire

Ciclul $n=5$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	24	20	14	20	31	Valoarea anterioară a lui $s=2,46$
II. Media ciclului anterior	6	5	3,5	5	7,75	Media anterioară a lui $s=0,82$
III. Observații noi	5	6	4	4	8	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,76$
IV. Diferențe II—III	**1**	**—1**	—0,5	1	—0,25	Amplitudine = 2
V. Sume noi	29	26	18	24	39	Suma nouă a lui $s=3,22$
VI. Medii noi	5,8	5,2	3,6	4,8	7,8	Media nouă a lui $s=0,80$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (timp) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5) = -2,3$$

Efectul factorului B (temperatură) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4) = 0,7$$

Efectul factorilor $(A \times B)$ (timp × temperatură) =

$$= \frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5) = -1,9$$

Efectul de schimbarea mediei =

$$= \frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1) = -0,36$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 0,71$$

Pentru efecte noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 0,71$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm \frac{1,79}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 0,64$$

Scanned with OKEN Scanner

Eroare pentru medii:		±0,71
Efecte:		
timpul de opărire	—2,3	±0,71
temperatura de opărire	0,7	±0,71
timp × temperatură	—1,9	±0,71
schimbarea în medie	—0,36	±0,64

Evaluarea anterioară a abaterii medii patratice: 1,80
Estimarea abaterii medii patratice: 0,80

Cele mai bune rezultate, respectiv cea mai bună culoare, s-a obținut în varianta 5, în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— timpul de opărire 2 minute
— temperatura de opărire 90°C

Rezultă, în mod evident, că o temperatură mai mare și un timp mai scurt a favorizat realizarea unei calități superioare, ceea ce a îndreptățit introducerea noilor parametri de lucru în procesul tehnologic. În aceiași măsură, se demonstrează că prelungirea timpului de opărire este în detrimentul calității (culorii).

Diferența dintre varianta în care s-a obținut cele mai bune rezultate (7, 8) și procesul curent (5, 8) este 2. Divizînd 2 prin estimarea abaterii medii patratice (0,80) se obține valoarea de 2, 5, ceea ce indică de asemenea o îmbunătățire sensibilă.

4.2. ÎMBUNĂTĂȚIREA RANDAMENTELOR, CONSUMURILOR SPECIFICE ȘI REDUCEREA PIERDERILOR

Realizarea unor randamente superioare și a unor consumuri specifice mai mici precum și reducerea pierderilor, a constituit totdeauna un indicator al progresului obținut în industrie.

Cercetătorii și specialiștii din întreprinderile de industrie alimentară sînt în permanență în descoperirea unor noi mijloace pentru ameliorarea acestor indicatori. Direcțiile în care se acționează se referă la însușirile materiilor prime și materialelor, la noi procese tehnologice sau la perfecționarea celor existente.

Operarea evolutivă s-a dovedit a fi o metodă care se poate folosi, cu deosebită eficacitate, în acest scop. Multe experiențe și încercări s-au efectuat, din care se vor menționa cîteva.

Analizîndu-se factorii temperatură de răcire, substanța uscată ș.a. se poate obține o îmbunătățire a randamentului în procesul de cristalizarea lactozei.

O ameliorare satisfăcătoare a randamentului la fabricarea pîinei albe cu cartofi, se poate realiza, acționîndu-se asupra factorilor: durata de maturizare, timp de fermentare.

Scanned with OKEN Scanner

Prin studierea factorilor: timp de odihnă și umiditatea grîului la neto, este posibilă sporirea randamentului în făină, prin reducerea cantităților de făină rămase în tărîță.

La sortimentele de brînzeturi Trapist și Olanda se poate realiza o reducere a consumului specific, analizîndu-se în operațiunea de încălzire a II-a (uscarea bobului), factorii temperatură și durată (minute) și obținîndu-se o umiditate optimă.

În procesul de afumare a salamului de Sibiu se pot reduce scăzămintele, realizîndu-se o umiditate convenabilă, prin optimizarea factorilor umiditate, temperatură și capacitatea de încărcare.

O cantitate sporită de păr, în procesul de opărire — depilare a porcilor, se poate obține prin studierea factorilor temperatura și timpul de menținerea în bazine.

În procesul de fabricarea untului este posibilă o reducere a pierderilor de grăsime din zară, prin modificarea și descoperirea unor parametri superiori ai factorilor aciditate (°Th) și conținutul de grăsime din smîntîna destinată fabricării untului.

La extracția uleiului din brochen se poate realiza o reducere a pierderilor de ulei în șrot, prin studierea factorilor: grosimea paietelor, temperatura de prăjire și umiditatea paietelor.

În cele ce urmează se va prezenta un experiment complet din industria zahărului, respectiv din procesul de difuziune a zahărului, în care s-a urmărit reducerea pierderilor în zahăr. Din multitudinea factorilor care influențează procesul de defuziune al zahărului, au fost selectați următorii factori: sutiraj (%), temperatură (°C) și dimensiunea tăițeilor (cifra suedeză).

S-a elaborat schema unui program de lucru (fig. 34), pornind de la condițiile de lucru ale procesului curent și anume:

— sutiraj 115%;
— temperatura 72°C;
— dimensiunea tăițeilor 18 (cifra suedeză).

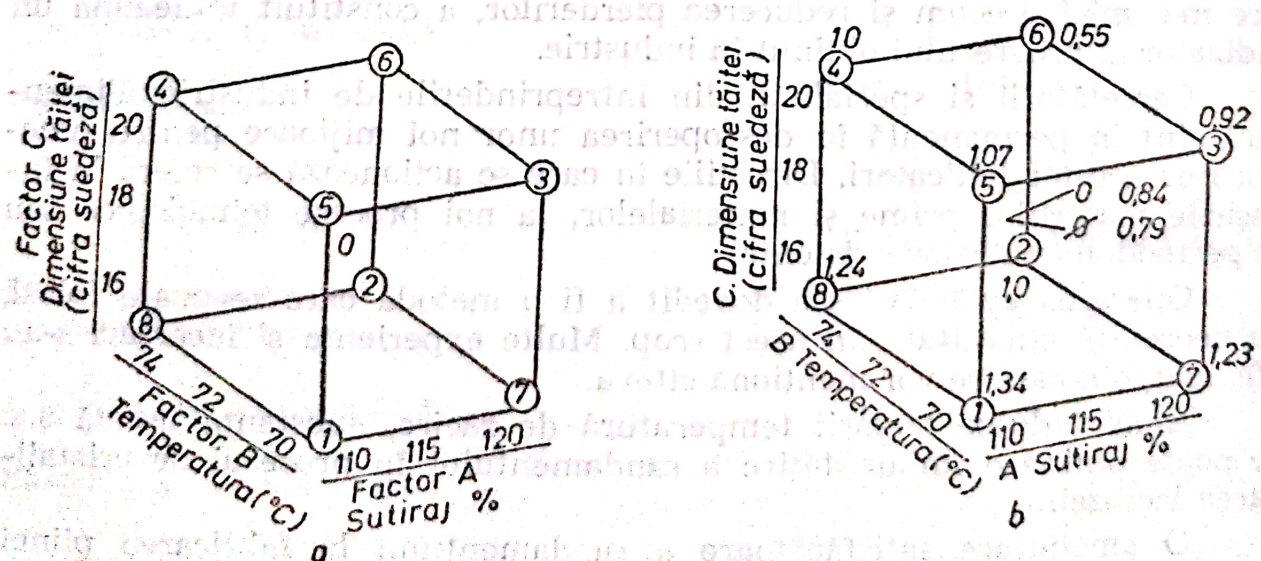


Fig. 34. Reducerea pierderilor de zahăr în procesul de difuziune:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (pierderi zahăr, %).

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza schemei din fig. 34 au rezultat următoarele variante de lucru:

Variante	*Factor A sutiraj (%)*	*Factor B temperatură °C*	*Factor C dimensiunile tăiţeilor (cifra suedeză)*
1	110	70	16
2	120	74	16
3	120	70	20
4	110	74	20
5	110	70	20
6	120	74	20
7	120	70	16
8	110	74	16

Conform acestor variante s-au efectuat 4 cicluri, ale căror rezultate sînt prezentate în tabelele 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 şi 51.

Concluziile se prezintă într-un tabel informativ şi sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu: $n=4$;

Proces: difuziunea zahărului;

Scop: reducerea pierderilor de zahăr.

Potrivit datelor înregistrate în ciclul 4 rezultatele obţinute (pierderile de zahăr — medii) sînt prezentate în fig. 34.

Tabelul 44

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data

Scop: reducerea pierderilor în zahăr — Blocul I — Proces: difuziune

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Data din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	0,85	1,45	1,05	0,9	1,1	„s“ nou = amplitudine $\times f_{sa}$ =
IV. Diferenţe II — III						Amplitudine =
V. Sume noi (pentru blocul I)	0,85	1,45	1,05	0,9	1,1	Sumă nouă a lui s = (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,85	1,45	1,05	0,9	1,1	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma = 1{,}75$.

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de zahăr — Blocul II — Proces: difuziune

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclu anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observații noi (pentru blocul II)	0,8	1,15	0,6	1,2	1,1	„s" nou = amplitudine × $\times f_{5_n}$=
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	0,8	1,15	0,6	1,2	1,1	Suma nouă a lui s= (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,8	1,15	0,6	1,2	1,1	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ × suma nouă a lui s=

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,262$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,212$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,262$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,012$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)\ \frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-0,112$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,037$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,112$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,3$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,21$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,19$

Media condițiilor de referință = 0,825
Media fără condiții de referință = 1,068
Media inclusiv condițiile de referință = 1,02
Schimbarea mediei = 1,02—0,825 = 0,195

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 46

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de zahăr — Blocul I — Proces: difuziune

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	0,85	1,45	1,05	0,90	1,10	Suma anterioară a lui s= (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,85	1,45	1,05	0,90	1,10	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	0,80	1,35	0,95	0,85	0,90	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,045
IV. Diferenţe II—III	0,05	0,10	0,10	**0,05**	**0,20**	Amplitudine=0,15
V. Sume noi (pentru blocul I)	1,65	2,80	2,0	1,75	2,0	Sumă nouă a lui s=0,045 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,825	1,40	1,0	0,875	1,0	

Tabelul 47

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	0,80	1,15	0,60	1,20	1,10	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,045
II. Media anterioră (pentru blocul II)	0,80	1,15	0,60	1,20	1,10	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	0,70	1,05	0,55	1,30	1,25	„s“ nou= amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,075
IV. Diferenţe II—III	0,10	**0,10**	0,05	−0,10	**−0,15**	Amplitudine=0,25
V. Sume noi (pentru blocul II)	1,5	2,20	1,15	2,50	2,35	Suma nouă a lui s=0,12 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,75	1,10	0,575	1,25	1,175	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$suma nouă a fui s=0,06

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 47 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,244$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,08$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,218$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,319$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,06$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,056$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-0,081$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,05$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,018$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,044$	
Media condiţiilor de referinţă=0,787 Media fără condiţii de referinţă=1,047 Media inclusiv condiţiile de referinţă=0,995 Schimbarea mediei=0,995−0,787=0,208	

Tabelul 48

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data

Scop: reducerea pierderilor de zahăr — Blocul I — Proces: difuziune

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	1,65	2,80	2,0	1,75	2,0	Suma anterioară a lui $s=0,12$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,825	1,40	1,0	0,875	1,0	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	0,90	1,25	0,90	0,95	0,95	„s“ nou = amplitudine × f_{5n} = =0,08
IV. Diferenţe II—III	**−0,075**	**0,15**	0,10	−0,075	0,05	Amplitudine=0,225
V. Sume noi (pentru blocul I)	2,55	4,05	2,90	2,70	2,95	Suma nouă a lui $s=0,20$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,85	1,35	0,96	0,90	0,98	

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile *Tabelul 49*

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(Ø)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	1,5	2,20	1,15	2,50	2,35	Suma anterioară a lui $s=0,20$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	0,75	1,10	0,575	1,25	1,175	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	0,90	1,00	0,55	1,25	1,15	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,09
IV. Diferenţe II—III	**−0,15**	**0,10**	0,025	0,0	0,025	Amplitudine=0,25
V. Sume noi (pentru blocul II)	2,40	3,20	1,70	3,75	3,50	Suma nouă a lui $s=0,29$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,80	1,06	0,56	1,25	1,16	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$suma nouă a lui $s=0,07$

Calculul efectelor — **Calculul erorilor limită**

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,175$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,225$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,305$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,09$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-0,07$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,015$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,04$

Pentru medii noi:
$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,08$

Pentru efecte noi:
$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,06$

Pentru schimbarea mediei:
$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,05$

Media condiţiilor de referinţă=0,825
Media fără condiţii de referinţă=1,0275
Media inclusiv condiţiile de referinţă=0,987
Schimbarea mediei=0,987−0,825=0,162

Tabelul 50

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de zahăr — Blocul I — Proces: difuziune

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	2,55	4,05	2,90	2,70	2,95	Suma anterioară a lui $s=0,29$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,85	1.35	0,96	0,90	0,98	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	0,80	1,30	1,10	1,00	1,05	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,07
IV. Diferenţe II—III	0,05	**0,05**	**—0,14**	—0,10	—0,07	Amplitudine=0,19
V. Sume noi (pentru blocul I)	3,35	5,35	4,0	3,70	4,0	Suma nouă a lui $s=0,36$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,84	1,34	1,0	0,92	1,0	

Tabelul 51

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	2,40	3,20	1,70	3,75	3,50	Suma anterioară a lui $s=0,36$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	0,80	1,06	0,56	1,25	1,16	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	0,75	1,10	0,50	1,15	1,05	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,05
IV. Diferenţe II—III	0,05	**—0,04**	0,06	0,10	**0,11**	Amplitudine=0,15
V. Sume noi (pentru blocul II)	3,15	4,30	2,20	4,90	4,55	Suma nouă a lui $s=0,42$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,79	1,07	0,55	1,23	1,14	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,07$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 51 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,212$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,07$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,217$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,293$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,05$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,082$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-0,087$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,04$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,002$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,007$	

Media condiţiilor de referinţă=0,815
Media fără condiţii de referinţă=1,031
Media inclusiv condiţiile de referinţă=0,988
Schimbarea mediei=0,988−0,815=0,173

Eroarea limită pentru medii	±0,07
Efectele:	
Efectul sutirajului (A)	−0,212±0,05
Efectul temperaturii (B)	−0,217±,0,05
Efectul dimensiunii tăiţeilor (C)	−0,293±0,05
Efectul sutiraj × temperatură ($A\times B$)	−0,082±0,05
Efectul sutiraj × dimensiune tăiţei ($A\times C$)	−0,087±0,05
Efectul temperatură × dimensiune tăiţei ($B\times C$)	−0,002±0,05
Efectul sutiraj × temperatură × dimensiune tăiţei ($A\times B\times C$)	−0,007±0,05
Schimbarea mediei	0,173±0,04
Evaluarea anterioară a abaterii	0,15
Estimarea abaterii medii patratice	0,07

Cele mai bune rezultate, respectiv pierderile cele mai mici de zahăr, s-au realizat în varianta 6, în care s-a lucrat cu următorii parametri:

— sutiraj: 120%;

— temperatura: 74°C;

— dimensiune tăiţei: 20 (cifra suedeză).

Mărimea valorilor obţinute a erorilor pentru medii, efecte şi schimbarea mediei, reprezintă o garanţie a rezultatelor.

Diferenţa dintre mediile procesului curent, 0,81, şi media variantei cele mai bune, 0,55, reprezintă 0,26%, procent care poate fi apreciat mai mult decît satisfăcător.

Scanned with OKEN Scanner

O confirmare a reușitei experimentului este dată și de valoarea obținută din divizarea:

$$\frac{0,26}{0,07} = 3,71$$

4.3. SPORIREA ȘI UTILIZAREA MAI BUNĂ A CAPACITĂȚILOR DE PRODUCȚIE

Sporirea și utilizarea mai bună a capacităților de producție în industria alimentară influențează creșterea volumului producției fizice, realizarea unei productivități a muncii mai mare și reducerea cheltuielilor, respectiv a costurilor de producție.

Îmbunătățirea gradului de utilizare a capacităților de producție existente constituie o problemă ce va sta permanent în atenția specialiștilor din unități, în vederea realizării progresului tehnic și a unei eficiențe economice sporite.

În acest domeniu, unele încercări ale aplicării operării evolutive, s-au dovedit promițătoare și cu rezultate mulțumitoare. Iată cîteva din aceste încercări:

În industria preparatelor de carne se poate obține o reducere a duratei de maturare a șrotului, prin studierea factorilor: concentrația în sare și temperatura de depozitare. Deoarece spațiile pentru maturarea semifabricatelor sînt, în multe unități, limitate, reducerea duratei de maturare ar permite alinierea acestei operațiuni la celelalte faze unde, în general, există disponibilitate de capacități.

Analiza factorilor care influențează procesul de congelare a cărnii, cum ar fi modul de așezare a cărnii, temperatura de congelare etc., poate conduce la reducerea timpului de congelare și respectiv o sporire a capacității de producție.

În procesul de fermentarea tutunului s-a realizat o calitate mai bună a tutunului, în urma studierii și modificării factorilor temperatură de fermentare și timpul de fermentare. Deoarece rezultatele mai bune s-au realizat în condițiile unui timp de fermentare mai mic, implicit s-a obținut o sporire apreciabilă a capacității de producție.

O situație asemănătoare s-a putut obține în industria panificației, în procesul de coacerea pîinii, unde anumiți indicatori de calitate (porozitate, elasticitate etc.) au fost ameliorați, în condițiile în care temperatura de coacere a fost mărită iar durata de coacere micșorată.

În cele ce urmează se prezintă un experiment EVOP, în care studierea și modificarea factorilor care influențează uscarea salamului de vară a condus la reducerea timpului de uscare și, respectiv, la sporirea capacităților de producție. Factorii luați în studiu au fost temperatura și

Scanned with OKEN Scanner

umiditatea relativă. Pornindu-se de la condiţiile de lucru ale procesului curent şi anume:

— temperatura 18,5°C;

— umiditate relativă 65%;

s-a elaborat programul de lucru potrivit fig. 35.

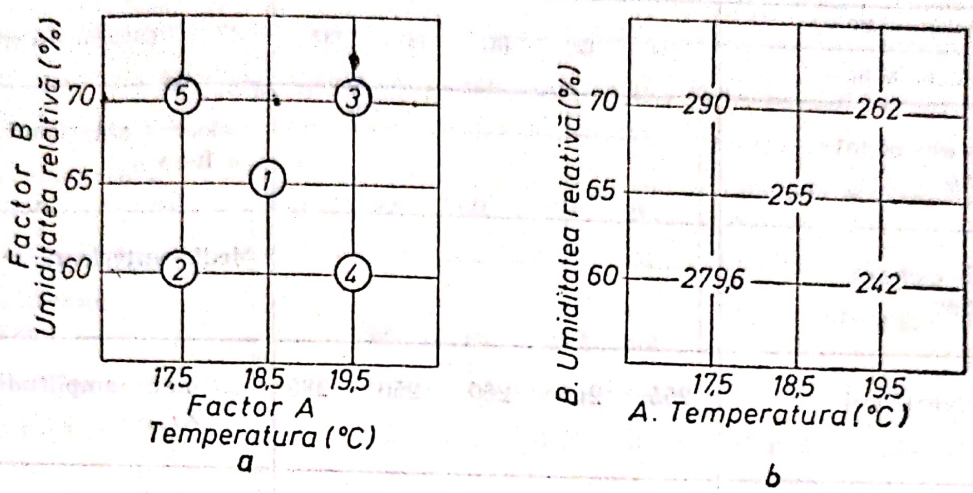


Fig. 35. Reducerea duratei de uscare a salamului de vară:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (ore).

Pe baza schemei din fig. 35 au rezultat următoarele variante de lucru:

Variante	*Factor A* Temperatură (°C)	*Factor B* Umiditate relativă %
1	18,5	65
2	17,5	60
3	19,5	70
4	19,5	60
5	17,5	70

S-au efectuat 5 cicluri iar rezultatele sînt prezentate în tabelele 52, 53, 54, 55 şi 56.

Concluziile obţinute în acest experiment, reprezentate sintetic, sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scopul: reducerea timpului de uscare (sporirea capacităţii);

Proces: uscarea salamului de vară;

Factori: temperatura şi umiditatea relativă.

Rezultatele obţinute, respectiv durata medie de uscare exprimată în ore, sînt ilustrate în fig. 35.

Erorile, efectele şi abaterile sînt:

Eroarea pentru medii:	±8,70
Efectele:	
Efectul temperaturii	—32,8±8,70
Efectul umidităţii relative	15,2±8,70
Efectul temperaturii × umiditatea . . .	4,8±8,70
Schimbarea în medie	10,72±7,82

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 52*

Faza I — Data

Scop: reducerea timpului de uscare — Proces: uscarea salamului de vară

Ciclul $n=1$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior						Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior						Media anterioară a lui $s=$
III. Observații noi	255	265	260	250	285	„s“ nou = amplitudine $\times$ $\times f_{5n}=$
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi	255	265	260	250	285	Suma nouă a lui $s=$
VI. Medii noi	255	265	260	250	285	Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (temperatura)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-20$$

Efectul factorului B (umiditatea)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=30$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (temperatura × umiditate)

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-5$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=8$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 40{,}8$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 40{,}8$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 36{,}5$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=20.4$

Tabelul 53

Program EVOP cu două variabile

Faza I — Data

Scop: reducerea timpului de uscare — Proces: uscarea salamului de vară

Ciclul $n=2$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	255	265	260	250	285	Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior	255	265	260	250	285	Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi	260	270	255	230	300	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=10{,}50$
IV. Diferenţe II—III	−5	−5	5	**20**	**−15**	Amplitudine = 35
V. Sume noi	515	535	515	480	585	Suma nouă a lui $s=10{,}50$
VI. Medii noi	257,5	267,5	257,5	240	292,5	Media nouă a lui $s=10{,}50$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (temperatura) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5) = -31{,}25$$

Efectul factorului B (umiditate) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4) = 21{,}25$$

Efectul factorilor $(A \times B)$ (temperatură × umiditate) =

$$= \frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5) = -3{,}75$$

Efectul de schimbarea mediei =

$$= \frac{1}{5}y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1) = 5{,}5$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 28{,}76$$

Pentru efecte noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 28{,}70$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm \frac{1{,}79}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 25{,}70$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma = 20{,}4$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 54

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea timpului de uscare

Data
Proces: uscarea salamului de vară

Ciclul $n=3$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	515	535	515	480	585	Valoarea anterioară a lui $s=10{,}50$
II. Media ciclului anterior	257,5	267,5	257,5	240	292,5	Media anterioară a lui $s=10{,}50$
III. Observaţii noi	245	285	270	240	290	„s“ nou=amplitudine $\times f_{5n}$ = =10,50
IV. Diferenţe II– III	**12,5**	**−17,5**	−12,5	0	2,5	Amplitudine=30
V. Sume noi	760	820	785	720	875	Suma nouă a lui $s=21$
VI. Medii noi	253,3	273,3	261,6	240	291,6	Media nouă a lui $s=10{,}5$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (temperatura)

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-31{,}65$$

Efectul factorului B (umiditate)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=19{,}95$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (temperatura × umiditate)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=1{,}65$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=10{,}66$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 12{,}07$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 12{,}07$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 10{,}82$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 55

Program EVOP cu două variabile

Faza I — Data

Scop: reducerea timpului de uscare — Proces: uscarea salamului de vară

Ciclul $n=4$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	760	820	785	720	875	Valoarea anterioară a lui $s=21$
II. Media ciclului anterior	253,3	273,3	261,6	240	291,6	Media anterioră a lui $s=10,5$
III. Observaţii noi	250,0	288,0	258,0	255	280,0	„s“ nou = amplitudine × $\times f_{5n}=9,84$
IV. Diferenţe II—III	3,3	−14,7	3,6	**−15**	**11,6**	Amplitudine=26,6
V. Sume noi	1 010	1 108	1 043	975	1155	Suma nouă a lui $s=30,84$
VI. Medii noi	252,5	277	260,75	243,75	288,75	Media nouă a lui $s=10,28$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (temperatura)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-30,62$$

Efectul factorului B (umiditate)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=14,37$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (temp. × umiditate)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=2,62$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=12,05$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 10,28$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 10,28$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 9,15$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 56

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea timpului de uscare

Data
Proces: uscarea salamului de vară
Ciclul $n=5$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	1 010	1 108	1 043	975	1 155	Valoarea anterioară a lui $s=30,84$
II. Media ciclului anterior	252,5	277	260,75	243,75	288,75	Media anterioară a lui $s=10,28$
III. Observații noi	265,0	290	267,00	235,00	295,00	„s“ nou = amplitudine × $\times f_{5n}=8,26$
IV. Diferențe II—III	−12,5	**−13**	−6,25	**8,75**	−6,25	Amplitudine = 21,75
V. Sume noi	1 275	1 398	1 310	1 210	1 450	Suma nouă a lui $s=39,1$
VI. Medii noi	255	279,6	262	242	290	Media nouă a lui $s=9,77$

Calculul efectelor

Efectul factorului A (temperatură) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=-32,8$$

Efectul factorului B (umiditate) =

$$= \frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=15,2$$

Efectul factorilor ($A \times B$) (temp. × umiditate) =

$$= \frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=4,8$$

Efectul de schimbarea mediei =

$$= \frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=10,72$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 8,70$$

Pentru efecte noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 8,70$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm \frac{1,79}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 7,82$$

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea anterioară a abaterii: 20,4.

Estimarea abaterii medii patratice: 9,77.

Cele mai bune rezultate s-au realizat în varianta 4, în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— temperatura 19,5°C;

— umiditatea relativă 60%.

Diferența dintre procesul curent și varianta cea mai bună (V_4) este: 255—242=13 ore ceea ce reprezintă, în mod evident, un rezultat foarte bun, pe baza căruia se poate calcula sporul de capacitate de producție realizat.

4.4. REDUCEREA CONSUMURILOR ENERGETICE

Multe din procesele executate în industria alimentară sînt condiționate de consumul energetic (consum de energie electrică, consum de abur, frig).

Cunoașterea proceselor termice și a celorlalte procese dependente de consumurile de energie precum și a factorilor care influențează aceste procese (v. 5.6) ne va permite să elaborăm nenumărate idei și scheme EVOP, pe baza cărora să se poată descoperi soluții și condiții de lucru mai bune, din care să rezulte consumuri de energie diminuate.

De altfel, o cale indirectă a rezultat dintr-o serie de exemple amintite în capitolele anterioare sau din alte experimente efectuate.

Astfel, reducerea tratamentului termic în procesul de blanșare, reducerea duratei de conservare a semifabricatelor de carne, diminuarea duratei de congelare a cărnii, micșorarea duratei de coacere a pîinii, reducerea timpului de fermentare a tutunului etc., vor conduce implicit la reducerea consumurilor energetice. Datele pe care le furnizează operarea evolutivă ne permit a efectua calcule termice, care să confirme cantitățile și valorile economisite.

Un experiment care va fi prezentat și în care economiile de energie s-au obținut tot pe cale indirectă, îl constituie procesul de purificarea zemurilor din industria zahărului, în scopul reducerii sărurilor de calciu.

O funcționare normală a evaporării este influențată de conținutul în săruri de calciu cu care intră zeama subțire în corpurile de evaporare, deoarece acestea pot determina încrustarea țevilor fierbătoare, situație în care schimbul de căldură între agentul de încălzire și zeama subțire este îngreunat.

Obținerea unei zeme subțiri, cu un conținut cît mai mic în săruri de calciu, se poate realiza în faza din procesul de purificare, denumită saturația II-a, prin studierea și optimizarea factorilor care influențează acest proces: pH, temperatură etc.

Programul de lucru a fost elaborat potrivit schemei din fig. 36, condițiile procesului curent fiind următoarele:

— *p*H: 9,1;

— temperatura: 96°C.

Scanned with OKEN Scanner

Potrivit schemei din fig. 36 au rezultat următoarele variante de lucru:

Variante	Factor A pH	Factor B Temperatura °C
1	9,1	96
2	9,0	95
3	9,2	97
4	9,2	95
5	9,0	97

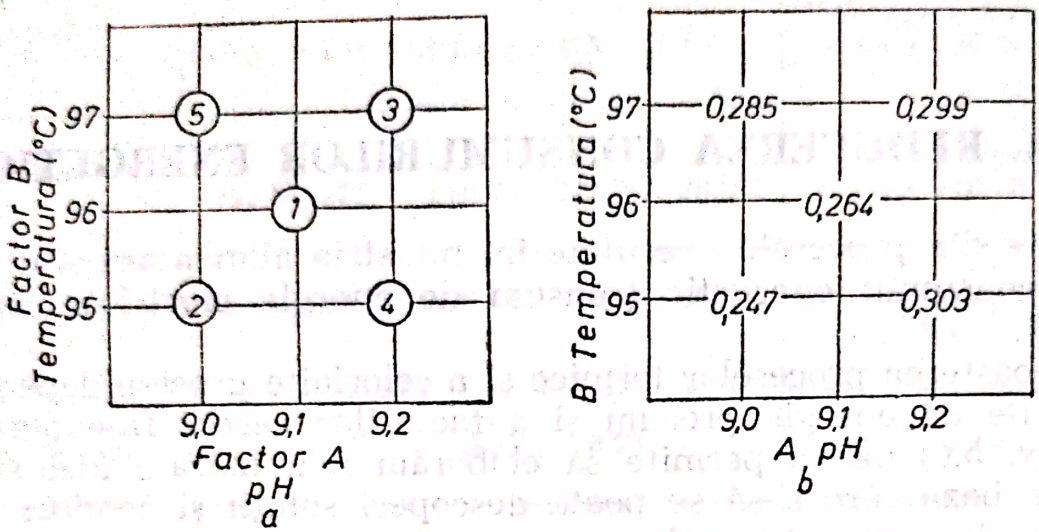


Fig. 36. Îmbunătățirea procesului de purificarea zemurilor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute.

Pe baza acestora s-au efectuat 5 cicluri iar rezultatele sînt prezentate în tabelele 57, 58, 59, 60 și 61.

În acest experiment sînt de menționat următoarele concluzii:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop: reducerea sărurilor de calciu;

Proces: purificarea zemurilor;

Factori: *p*H și temperatură (°C);

Rezultatele care s-au obținut sînt arătate în figura 36 și reprezintă mediile obținute în ultimul ciclu.

Eroarea pentru medii:		±0,003
Efecte:		
Efectul *p*H-ului	0,035	±0,003
Efectul temperaturii	0,017	±0,003
Efectul *p*H × temperatură	—0,021	±0,003
Efectul de schimbarea mediei	0,016	±0,002

Evaluarea anterioară a abaterii: 0,025

Estimarea abaterii medii patratice: 0,0035.

Cele mai bune rezultate s-au realizat în varianta 2 în care s-a lucrat cu următorii parametri:

*p*H: 9,0;

temperatura: 95°C.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 57

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea sărurilor de calciu

Data
Proces: purificarea zemurilor

Ciclul $n=1$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior						Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior						Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi	0,264	0,251	0,305	0,300	0,290	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ =
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi	0,264	0,251	0,305	0,300	0,290	Suma nouă a lui $s=$
VI. Medii noi	0,264	0,251	0,305	0,300	0,290	Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efectul factorului $A(pH)$

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0{,}032$$

Efectul factorului B (temperatura)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0{,}022$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ ($pH\times$ temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0{,}017$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0{,}018$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}05$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}05$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}04$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0{,}025$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 58

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea sărurilor de calciu

Data
Proces: purificarea zemurilor

Ciclul $n=2$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	0,264	0,251	0,305	0,300	0,290	Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior	0,264	0,251	0,305	0,300	0,290	Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi	0,270	0,248	0,300	0,305	0,285	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$ $=0,0033$
IV. Diferenţe II—III	**−0,006**	0,003	**0,005**	−0,005	0,005	Amplitudine = 0,011
V. Sume noi	0,534	0,499	0,605	0,605	0,575	Suma nouă a lui $s=0,0033$
VI. Medii noi	0,267	0,249	0,302	0,302	0,287	Media nouă a lui $s=0,0033$

Calculul efectelor

Efectul factorului A(pH)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,034$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,019$$

Efectul factorilor ($A\times B$) (pH × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,019$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,014$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,035$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,035$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,032$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0,025$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 59

Program EVOP cu două variabile

Faza I — Data
Scop: reducerea sărurilor de calciu — Proces: purificarea zemurilor
Ciclul $n=3$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	0,534	0,499	0,605	0,605	0,575	Valoarea anterioară a lui $s=0,0033$
II. Media ciclului anterior	0,267	0,249	0,302	0,302	0,287	Media anterioară a lui $s=0,0033$
III. Observaţii noi	0,265	0,250	0,295	0,310	0,288	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,0053$
IV. Diferenţe II—III	0,002	−0,001	**0,007**	**−0,008**	−0,001	Amplitudine = 0,015
V. Sume noi	0,799	0,749	0,900	0,915	0,863	Suma nouă a lui $s=0,0086$
VI. Medii noi	0,266	0,250	0,300	0,305	0,288	Media nouă a lui $s=0,0043$

Calculul efectelor

Efectul factorului $A(p\mathrm{H})=$

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,034$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,016$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (pH × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,022$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,016$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,005$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,005$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,004$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 60

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea sărurilor de calciu

Data
Proces: purificarea zemurilor

Ciclul $n=4$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	0,799	0,749	0,900	0,915	0,863	Valoarea anterioară a lui $s=0,0086$
II. Media ciclului anterior	0,266	0,250	0,300	0,305	0,288	Media anterioară a lui $s=0,0043$
III. Observaţii noi	0,260	0,240	0,290	0,295	0,280	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,0015$
IV. Diferenţe II—III	**0,006**	0,010	**0,010**	0,010	0,008	Amplitudine $=0,004$
V. Sume noi	1,059	0,989	1,190	1,210	1,143	Suma nouă a lui $s=0,010$
VI. Medii noi	0,265	0,247	0,298	0,302	0,286	Media nouă a lui $s=0,003$

Calculul efectelor

Efectul factorului A(pH)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,034$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,018$$

Efectul factorilor ($A\times B$) (pH × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,022$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,015$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,003$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,003$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,002$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 61

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea sărurilor de calciu

Data
Proces: purificarea zemurilor

Ciclul $n=5$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	1,059	0,989	1,190	1,210	1,143	Valoarea anterioară a lui $s=0,010$
II. Media ciclului anterior	0,265	0,247	0,298	0,302	0,286	Media anterioară a lui $s=0,003$
III. Observaţii noi	0,262	0,245	0,304	0,307	0,282	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,0038
IV. Diferenţe II—III	0,003	0,002	**—0,006**	—0,005	**0,004**	Amplitudine=0,010
V. Sume noi	1,321	1,234	1,494	1,517	1,425	Suma nouă a lui $s=0,0138$
VI. Medii noi	0,264	0,247	0,299	0,303	0,285	Media nouă a lui $s=0,0035$

Calculul efectelor

Efectul factorului A(pH)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,035$$

Efectul factorului B (temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=0,017$$

Efectul factorilor ($A\times B$) (pH × temperatură)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,021$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,016$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,003$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,003$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,002$$

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre procesul curent și varianta cea mai bună este: 0,264—0,247=0,017. Divizînd 0,017 prin estimarea abaterii medii patratice se obține 4,85 $\left(\frac{0,017}{0,0035}=4,85\right)$, ceea ce confirmă un rezultat satisfăcător.

4.5. REDUCEREA COSTURILOR ȘI CREȘTEREA EFICIENȚEI ECONOMICE

Aplicațiile metodei EVOP în domeniile prezentate în capitolele anterioare (îmbunătățirea randamentelor, consumurilor specifice, reducerea pierderilor, utilizarea mai bună a capacităților, reducerea consumurilor energetice) au și efecte economice, realizîndu-se concomitent o reducere a costurilor și, respectiv, o creștere a eficienței economice. Și îmbunătățirea calității produselor are drept rezultat sporirea eficienței economice deși, uneori, calculele avantajelor economice sînt mai dificile. Obținerea unor produse de calitate superioară va conduce la majorarea cererii, la sporirea volumului de producție și, respectiv, la realizarea unor beneficii suplimentare. De asemenea, o calitate mai bună înseamnă un produs competitiv, pe care se poate obține un preț mai bun pe piețele străine.

În general, experimentele EVOP prezintă, în partea finală, elemente suficiente pentru a se putea efectua un calcul economic real. Astfel, în exemplul arătat la 4.2., reducerea pierderilor de zahăr cu 0,26% poate fi ușor calculată și transformată în lei.

În afara acestui mod de calcul a eficienței economice, unele experimente EVOP se pot efectua folosind la înregistrarea în formulare chiar elemente ale costurilor obținute în condiții diferite de lucru, realizate în mod voit prin schemele operării evolutive.

Un asemenea exemplu se va referi la fabricarea gemului de fructe, în care s-a urmărit reducerea costurilor.

Cunoscîndu-se faptul că gelificarea produsului gem de fructe este condiționată de concentrația în zahăr, consumul de fructe, *p*H-ul și cantitatea de pectină, s-au luat în studiu factorii *p*H și concentrația în zahăr (pectina adăogată fiind constantă) și s-a urmărit implicațiile asupra consumului de fructe și respectiv, zahăr.

Condițiile de lucru a fost elaborate pe baza schemei din fig. 37.

Potrivit fig. 37 au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* pH	*Factor B* Concentrație zahăr %
1	3,1	65
2	2,9	63
3	3,3	67
4	3,3	63
5	2,9	67

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza acestora s-au efectuat 3 cicluri iar rezultatele sînt prezentate în tabelele 62, 63 și 64.

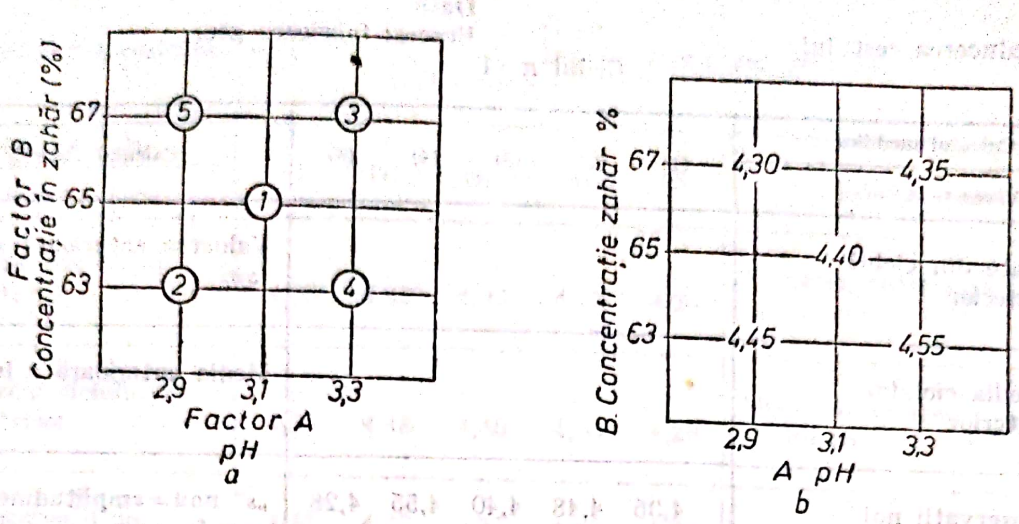


Fig. 37. Reducerea costurilor la fabricarea gemurilor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (lei).

Rezultatele obținute, din punct de vedere al operării evolutive sînt arătate sintetic mai jos:

Faza I; ultimul ciclu: $n=3$;

Scop: reducerea costurilor;

Proces: fabricarea gemului;

Factori: pH și concentrația în zahăr.

Costurile realizate (mediile ultimului ciclu) sînt prezentate în fig. 37.

Eroarea pentru medii:		±0,049
Efecte:		
Efectul pH-ului	0,075	±0,049
Efectul concentrației în zahăr	—0,175	±0,049
Efectul pH × concentrație zahăr . .	—0,025	±0,049
Efectul de schimbarea mediei	0,01	±0,044

Evaluarea anterioară a abaterii: 0,08.

Estimarea abaterii medii patratice: 0,04.

Rezultă, în mod evident, efectul favorabil al concentrației în zahăr asupra diminuării costului, dat fiind faptul că se reduce consumul de fructe, a căror substanță uscată este mai scumpă decît cea obținută din zahăr.

Deoarece înregistrările pe formularele EVOP reprezintă costurile de producție a unui recipient, calculele economice sînt ușor de efectuat.

Astfel, reducerea costului pe un recipient este de 0,10 lei (4,40—4,30=0,10) iar eficiența economică, pe total întreprindere, se stabilește ținînd seama de volumul anual al producției realizate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 62

Program EVOP cu două variabile

Faza I
Scop: reducerea costului

Data
Proces: fabricare gem

Ciclul $n=1$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior						Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior						Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi	4,35	4,48	4,40	4,55	4,28	„s" nou = amplitudine × $\times f_{6n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi	4,35	4,48	4,40	4,55	4,28	Suma nouă a lui $s=$
VI. Medii noi	4,35	4,48	4,40	4,55	4,28	Media nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efectul factorului $A(p\text{H})=$

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0{,}095$$

Efectul factorului B (concentraţie zahăr)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=-0{,}175$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (pH × Concentraţie zahăr)

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=0{,}025$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0{,}062$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}16$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}16$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0{,}14$$

Evaluarea anterioară a lui

$\sigma=0{,}08$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 63

Program EVOP cu două variabile

Faza I — Data

Scop: reducerea costului — Proces: fabricarea gemului

Ciclul $n=2$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	4,35	4,48	4,40	4,55	4,28	Valoarea anterioară a lui $s=$
II. Media ciclului anterior	4,35	4,48	4,40	4,55	4,28	Media anterioară a lui $s=$
III. Observaţii noi	4,45	4,42	4,35	4,60	4,30	„s“ nou = amplitudine $\times f_{sn}$ = =0,048
IV. Diferenţe II—III	−0,10	0,06	0,05	−0,05	−0,02	Amplitudine=0,16
V. Sume noi	8,80	8,90	8,75	9,15	8,58	Suma nouă a lui $s=0,048$
VI. Medii noi	4,40	4,45	4,375	4,575	4,29	Media nouă a lui $s=0,048$

Calculul efectelor

Efectul factorului $A(p\mathrm{H})=$

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,105$$

Efectul factorului B (concentraţie zahăr)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=-0,18$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ ($p\mathrm{H}\times$ concentraţie zahăr)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,02$$

Efectul de schimbarea mediei

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,018$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,11$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,11$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,10$$

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0,08$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu două variabile *Tabelul 64*

Faza I
Scop: reducerea costului

Data
Proces: fabricarea gemului
Ciclul $n=3$

Calculul mediilor / Variante de lucru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior	8,80	8,90	8,75	9,15	8,58	Valoarea anterioară a lui $s=0,048$
II. Media ciclului anterior	4,40	4,45	4,375	4,575	4,29	Media anterioară a lui $s=0,048$
III. Observaţii noi	4,40	4,45	4,30	4,50	4,32	„s“ nou = amplitudine $\times f_{sn}$ = =0,037
IV. Diferenţe II—III	0,0	0,0	**0,075**	0,075	**—0,03**	Amplitudine=0,105
V. Sume noi	13,20	13,35	13,05	13,65	12,90	Suma nouă a lui $s=0,085$
VI. Medii noi	4,40	4,45	4,35	4,55	4,30	Media nouă a lui $s=0,0425$

Calculul efectelor

Efectul factorului $A(p\mathrm{H})=$

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_4-y_2-y_5)=0,075$$

Efectul factorului B (concentraţie zahăr)=

$$=\frac{1}{2}(y_3+y_5-y_2-y_4)=-0,175$$

Efectul factorilor $(A\times B)$ (pH × concentraţie zahăr)=

$$=\frac{1}{2}(y_2+y_3-y_4-y_5)=-0,025$$

Efectul de schimbarea mediei=

$$=\frac{1}{5}(y_2+y_3+y_4+y_5-4y_1)=0,01$$

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,049$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,049$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,79}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,044$$

Scanned with OKEN Scanner

5.
Metoda EVOP şi procesele de bază din industria alimentară

Principala caracteristică a metodei EVOP o constituie aplicarea ei în procesele din industria alimentară, indiferent de scopul urmărit (îmbunătăţirea calităţii, sporirea randamentului etc.).

Aplicarea corectă a metodei şi obţinerea rezultatelor scontate nu este posibilă, fără cunoaşterea procesului care formează obiectul unui studiu EVOP.

În cele ce urmează se vor prezenta principalele procese din industria alimentară, cuprinzînd caracteristicile esenţiale şi sublinierea factorilor care influenţează aceste procese, elemente de bază într-un experiment EVOP.

Din acest punct de vedere trebuie menţionat că descrierea caracteristicilor şi prezentarea factorilor de influenţă nu au un caracter limitativ, deoarece o detaliere ar fi depăşit cadrul acestei lucrări.

Vom privi, deci, procesele din industria alimentară, sub aspectul posibilităţilor aplicării operării evolutive.

5.1. AMESTECAREA

Amestecarea se foloseşte mult în industria alimentară, în diverse subramuri, în scopul obţinerii emulsiilor, a suspensiilor, realizării unor reacţii chimice, dizolvării, omogenizării de substanţe solide etc. Amestecarea poate constitui etapa de realizare a unui produs finit sau o operaţie ajutătoare în diferite faze de fabricaţie.

Pot fi arătate următoarele exemple de aplicaţii ale amestecurilor: formarea amestecurilor de grîu în industria morăritului; prepararea aluatului în industria panificaţiei şi pastelor făinoase; prepararea siropului din zahăr pentru produsele de caramelaj în industria produselor zaharoase; prepararea şrotului şi a compoziţiei pentru diverse sortimente de preparate de carne în industria cărnii; prepararea amestecurilor pentru diverse sortimente de conserve de carne, pateuri, paste; cupajarea vinurilor în industria vinului; cupajarea sucurilor de fructe şi siropurilor cu diverse ingrediente în industria băuturilor nealcoolice, sucurilor şi nec-

Scanned with OKEN Scanner

tarelor; prepararea siropului de zahăr și omogenizarea sirop — fructe la fabricarea compoturilor de fructe; amestecarea brochenului de floarea soarelui cu benzina în scopul extragerii uleiului; amestecarea zemii de zahăr defecate cu bioxid de carbon pentru îndepărtarea excesului de calciu etc.

Factorii care influențează procesul de amestecare sînt:

— proprietatea materialelor componente (densitatea, vîscozitatea, solubilitatea, consistența, concentrația etc.);

— mărimea materialelor divizate sau fragmentate în prealabil;

— temperatura;

— mărimea șarjei sau a debitelor;

— proporțiile în care se află materialele componente;

— debitarea intermitentă sau continuă a componenților și a amestecului;

— durata amestecării;

— proprietățile produsului;

Acești factori pot fi luați în studiu cu ajutorul metodei EVOP, în vederea îmbunătățirii rezultatelor tehnico-economice.

Astfel, la prepararea amestecului în industria panificației și pastelor făinoase, proporțiile materialelor componente (făină, apă, sare, drojdie, grăsimi etc.), temperatura apei, durata fermentării etc. pot constitui factori, pe baza cărora să se elaboreze scheme de lucru EVOP.

Amestecarea zemei de zahăr cu bioxid de carbon pentru îndepărtarea excesului de calciu și mărirea efectului de purificare poate fi ameliorată prin luarea în studiu a factorilor concentrației laptelui de var și concentrației CO_2.

Calitățile gustative ale sucurilor de fructe și nectarelor pot fi îmbunătățite, examinîndu-se în procesul de amestecare factorii zahăr și acid, respectiv proporțiile acestora.

O problemă care se ridică în procesele de amestecare este aceea a determinării punctului optim de amestecare. I. Răşenescu indică următoarele metode:

— metoda colorimetrică prin care se urmărește momentul în care s-a obținut o anumită nuanță de culoare uniformă;

— metoda conductimetrică care stabilește momentul optim, atunci cînd în patru puncte diferite, alese în mod judicios, s-a ajuns la aceeași conductivitate. Procedeul este aplicabil amestecului de materiale cu conductivitate diferită;

— metoda gradienților de temperatură prin care se măsoară timpul necesar pentru egalizarea temperaturii. În unele operații de amestecare, ca cele pentru dizolvarea unor produse, trebuie ținut seama de variația de temperatură cauzată de căldura de dizolvare a substanței respective;

— metoda nefelometrică în care se măsoară intensitatea curentului, indicată de un galvanometru, ceea ce constituie o măsură a cantității de lichid emulsionat și, respectiv, a gradului de amestecare. Metoda se aplică sistemelor eterogene, cum este emulsionarea.

Scanned with OKEN Scanner

5.2. MĂRUNȚIREA

În multe procese tehnologice este necesară reducerea dimensiunii materiilor prime sau materialelor. Mărunțirea materialelor se efectuiază prin acțiunea forțelor mecanice și în raport de ordinul de mărime la care sînt reduse poartă diferite denumiri (concasare, granulare, măcinare).

După Em. A. Bratu, scopul măcinării poate fi:

— facilitarea sau grăbirea operațiilor fizico-chimice prin creșterea suprafeței de contact între fazele care participă la transferul de căldură sau de materie. Este cazul dizolvării unor substanțe, uscării etc.

— separarea constituienților unui produs pînă la limita în care fiecare particulă reprezintă un component. Aceștia pot fi apoi separați prin cernere, flotație etc. Este cazul cerealelor;

— necesitatea omogenizării amestecurilor eterogene, ca de pildă în industria cărnii (preparate de carne, pateuri, preparate culinare etc.);

— obținerea fineții necesare pentru a conferi produselor caracteristicile cerute (mărunțirea particolelor de fructe pînă la mărimea care să le asigure stabilitatea, în cazul nectarelor de fructe).

Rezultatul operației de mărunțire se măsoară prin gradul de mărunțire, respectiv prin raportul dintre dimensiunea materialului, înainte și după mărunțire.

Potrivit lui K. A. Kasatkin (fig. 38), măcinarea se poate efectua prin strivire (I), lovire (II), frecare (III) și despicare (IV).

Sînt stabilite următoarele principii de măcinare:

a) mărunțirea să se facă numai pînă la gradul de măcinare necesar;

b) mărunțirea să nu fie însoțită de procese secundare;

c) efectuarea în mai multe etape a procesului de mărunțire, în cazul unui grad de mărunțire avansat.

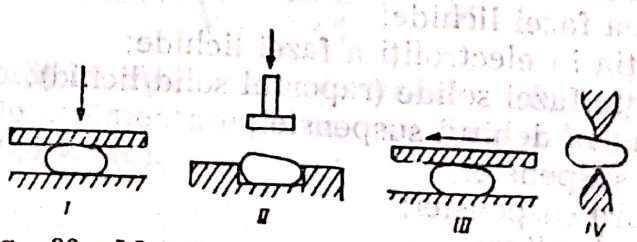


Fig. 38. Metode de măcinare a materialelor (după A. G. Kasatkin).

Tot după A. G. Kasatkin, mașinile de mărunțit trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să asigure uniformitatea materialului mărunțit;
— să se descarce continuu și automat;
— să îndepărteze din spațiul de lucru materialul mărunțit;
— să permită reglarea gradului de mărunțire;
— să aibă un consum redus de energie;
— să permită înlocuirea ușoară a pieselor uzate;
— să posede sisteme automate pentru evitarea accidentărilor.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii care influențează mărunțirea sînt:

— caracteristicile materialului supus mărunțirii (mărime, temperatură, densitate etc.);

— umiditatea materialului destinat mărunțirii;

— caracteristicile materialului mărunțit (mărimea, forma, greutatea specifică etc.);

— metoda de mărunțire folosită (continuă, discontinuă etc.);

— utilajul folosit;

— numărul treptelor de mărunțire (cazul măcinării cerealelor).

Potrivit modalităților de mărunțire, există și mașinile respective și anume mașini de mărunțit prin compresiune, prin tăiere, prin frecare și prin lovire.

5.3. SEDIMENTAREA

Prin sedimentare se înțelege separarea și depunerea suspensiilor într-un mediu lichid, sub acțiunea gravitației.

Reziduul depus poartă denumirea de precipitat, lichidul limpede obținut prin sedimentare se denumește decantat iar îndepărtarea lichidului, după sedimentare, decantare. Sistemul lichid — solid inițial se numește suspensie.

Aplicațiile sedimentării sînt multiple în industria alimentară (limpezirea vinului și sucurilor de fructe, decantarea zemii în industria zahărului etc.).

Factorii care influențează sedimentarea, după Em. A. Bratu, sînt:

— natura fazei lichide;
— densitatea fazei lichide;
— vîscozitatea fazei lichide;
— concentrația în electroliți a fazei lichide;
— concentrația fazei solide (raportul solid/lichid);
— cantitatea sau debitul suspensiei;
— vechimea suspensiei;
— temperatura suspensiei;
— natura fazei solide;
— densitatea fazei solide;
— granulometria fazei solide;
— structura fazei solide (grăunțoasă, coloidală etc.);
— tendința de aglomerare a fazei solide;
— viteza de sedimentare;
— durata sedimentării;
— adaosuri și natura acestora;
— modul de funcționare (continuu, discontinuu, mixt);
— modul de evacuare a precipitatului;
— tipul decantorului;
— concentrația fazei solide în decantat;
— concentrația fazei lichide în precipitat.

Scanned with OKEN Scanner

În ce privește viteza de sedimentare a particulelor, A. G. Kasatkin precizează că aceasta se supune legii căderii corpurilor într-un mediu care opune rezistență la căderea acestora. Particolele se mișcă la început accelerat, după care rezistența de frecare a mediului echilibrează acțiunea gravitației, realizîndu-se o viteză constantă, particulele căzînd uniform.

Viteza de sedimentare poate fi stabilită potrivit următoarei formule elaborată de Stokes:

$$V\,\text{sed.} = \frac{d^2(\gamma - \gamma_1)}{18\,\eta} \quad [\text{m/s}]$$

în care:

d este diametrul particulei sferice în m;

γ, γ_1 — densitatea fazei solide și a mediului (fluid) în kg/m³;

η — vîscozitatea absolută a fluidului în N·s/m²;

Limita inferioară a aplicării acestei reguli corespunde trecerii de la suspensii la soluții coloidale, cînd intervine mișcarea browniană, care împiedică sedimentarea particolelor. Dimensiunea particolelor trebuie, în acest caz, să fie de 0,1—0,5 μ. Acesta este cazul particolelor în suspensie din sucurile de fructe și nectare, în care se tinde a se obține soluții coloidale și respectiv, menținerea acestora în suspensie.

Limita superioară este condiționată de dimensiunea particulelor, densitatea acestora și însușirile fizice ale lichidului în care sedimentează. În acest caz, valoarea numerică a criteriului lui Reynolds, Re≈2.

În cazul în care rezistența mediului este proporțională cu patratul vitezei și Re>2, viteza de sedimentare se calculează cu ajutorul următoarei relații:

$$V\text{sed} = \sqrt{\frac{4gd(\gamma - \gamma_1)}{3\,\gamma_1 \zeta}} \quad (\text{m/s}).$$

Deoarece condițiile reale de sedimentare diferă față de cele teoretice, viteza reală de sedimentare se va considera a fi jumătate din viteza teoretică (V' sed=0,5 V sed).

5.4. FILTRAREA

Filtrarea constă în reținerea particulelor solide din suspensie pe elemente filtrante, lăsînd să treacă lichidul și reținînd particulele fazei solide. Spre deosebire de alte procedee de separare, filtrarea nu este influențată de diferența dintre densitățile fazelor ce se separă.

În urma operațiunii de filtrare, rezultă un precipitat, care reprezintă faza solidă a suspensiei și filtratul care, de regulă, este faza lichidă și care se dorește a conține cît mai puțin solid.

Uneori, precipitatul poate fi valoros prin substanța utilă pe care o conține, situație în care se impune spălarea precipitatului, în scopul re-

Scanned with OKEN Scanner

cuperării acestei substanțe utile, așa cum este cazul în industria zahărului, cu precipitatul obținut în urma filtrării zemei saturate.

În industria alimentară se întîlnește filtrarea sterilizantă, prin care se urmărește reținerea microorganismelor.

Filtrarea se execută prin așa numitele filtre, iar condițiile care se cer pentru o bună filtrare sînt:

— puritatea filtratului, adică absența fazei solide în filtrat;

— puritatea precipitatului respectiv absența substanței solubile în precipitat;

— umiditatea cît mai redusă a precipitatului;

— productivitatea cît mai mare a filtrului, adică viteza mare de filtrare;

— utilizarea la operația de spălare (cînd această operație se cere) a cît mai puțină apă pentru a nu dilua substanța solubilă;

— regenerarea ușoară și cît mai completă a suprafeței filtrante;

— consum de energie cît mai mic;

— manoperă minimă;

— uzura minimă a suprafeței filtrante.

Factorii care influențează filtrarea, după Em. A. Bratu, sînt:

— natura suspensiei (a fazei solide și a fazei lichide);

— granulometria suspensiei;

— concentrația suspensiei;

— vechimea suspensiei (durata de la obținerea ei);

— debitul suspensiei;

— structura precipitatului;

— compresibilitatea precipitatului;

— tasarea precipitatului;

— umiditatea finală a precipitatului;

— grosimea stratului de precipitat;

— natura materialului filtrant;

— dimensiunea porilor;

— grosimea stratului filtrant;

— aria suprafeței filtrului;

— rezistența hidraulică a materialului filtrant;

— presiunea de filtrare;

— temperatura de filtrare;

— viteza de filtrare (debitul de filtrare);

— durata filtrării;

— modul de funcționare a filtrului (continuu, discontinuu);

În cazul spălării precipitatului:

— cantitatea apei de spălare;

— debitul apei de spălare;

— durata spălării;

— concentrația apei de spălare.

În situația regenerării materialului filtrant, factorii care influențează sînt:

— modul de regenerare;

— cantitatea de apă folosită la regenerare;

Scanned with OKEN Scanner

— cantitatea și debitul de aer comprimat necesar regenerării;
— cantitatea de filtrat neregenerat;
— durata regenerării.

Îmbunătățirea filtrării se poate obține folosind următoarele mijloace:

a) creșterea presiunii influențează, în general, asupra vitezei de filtrare. Este indicat ca la începutul filtrării să se folosească o presiune mică, care să fie mărită progresiv în cursul filtrării;

b) micșorarea vîscozității prin majorarea temperaturii are efecte asupra creșterii vitezei de filtrare. Prin acest mijloc, viteza poate fi cel puțin dublată;

c) micșorarea vîscozității se poate obține și prin diluarea suspensiei. Viteza de filtrare va crește dar va spori și cantitatea ce se filtrează. De regulă, avantajele creșterii vitezei sînt mai mari;

d) evitarea agitării și a oricăror acțiuni, care pot provoca turbiditatea;

e) efectuarea unei filtrări prealabile, în vederea îndepărtării particulelor mari, atunci cînd se filtrează un produs ce conține o cantitate mare de fază solidă;

f) folosirea unor substanțe coagulante, în scopul formării unor flocoane mari, care sînt astfel îndepărtate mai ușor sau adaosul unor materiale (kiselgur, fibre de azbest etc.), care formează precipitate afinate și permeabile.

Se folosesc următoarele tipuri de filtre:
— filtre orizontale;
— filtre cu strat granular;
— filtre cu elemente filtrante verticale;
— filtre — presă;
— filtre rotative.

5.5. CENTRIFUGAREA

Centrifugarea se bazează pe separarea amestecurilor de lichide neomogene, prin intermediul forței centrifuge.

Separarea amestecurilor în centrifugă se efectuiază după principiul decantării sau după cel al filtrării, aceasta fiind în funcție de caracteristicile tamburului (neperforat, perforat).

Centrifugarea are multiple aplicații în industria alimentară (obținerea smîntînii în industria laptelui, limpezirea sucurilor de fructe, separarea cristalelor de zahăr în industria zahărului etc.).

Deoarece factorul de separare îl constituie forța centrifugă C, după A. G. Kasatkin, aceasta acționează asupra produsului în rotație, avînd masa m și greutatea G și este egală cu:

$$C = \frac{mw^2}{r} = \frac{Gw^2}{gr} \quad \text{(kgf)}$$

Înlocuind valoarea vitezei periferice, se obține:

$$C = \frac{G}{rg}\left(\frac{2\pi rn}{60}\right)^2 \quad \text{(kgf)}$$

sau

$$C \approx \frac{Grn^2}{900} \quad \text{(kgf)}$$

La rotația unui produs în greutate de 1 kgf se obține:

$$C = \frac{rn^2}{900} \quad \text{(kgf/kgf)}$$

În aceste relații s-au folosit următoarele simboluri:

w=viteza periferică de rotație în m/s ($w = \frac{2\pi rn}{60} = \omega r$ m/s);

r=raza de rotație în m;

G=greutatea corpului lichidului care se rotește, în kgf;

n=numărul de rotație pe minut;

g=accelerația căderii libere în m/s^2.

Ultima relație arată că „creșterea forței centrifuge se realizează mai ușor prin mărirea turației decît prin mărirea diametrului tamburului".

Factorii care influențează centrifugarea sînt:

— mărimea forței centrifuge;
— caracteristicile materialului supus centrifugării;
— sedimentarea în cîmp centrifugal;
— filtrarea în cîmp centrifugal;
— turația centrifugei;
— tipul de centrifugă și materialul din care este construită;
— diametrul tamburului;
— suprafața tamburului;
— conținutul de lichid;
— puterea folosită pentru acționarea centrifugei.

În ce privește tipurile de centrifugi se pot menționa următoarele:

— centrifugi filtrante cu funcționare discontinuă;
— centrifugi filtrante cu funcționare continuă;
— centrifugi decantoare tubulare;
— centrifugi decantoare cu talere;
— centrifugi decantoare cu transportor elicoidal;
— hidrocicloanele.

5.6. PROCESELE TERMICE

În industria alimentară se aplică în largă măsură procesele termice. Multe operații ca: încălzirea, răcirea, fierberea, uscarea, evaporarea, pasteurizarea, sterilizarea, blanșarea etc., se bazează pe transmiterea căldurii. De asemenea, multe utilaje din industria alimentară: cazane duplicate, uscătoare, instalații de blanșat, evaporatoare, aparate de pasteurizat

Scanned with OKEN Scanner

și sterilizat, instalații frigorifice etc., au ca funcție principală transmiterea căldurii.

În studiile EVOP se vor regăsi, în multe situații, temperatura și durata tratamentului termic, ca factori a căror modificare a condus la îmbunătățirea proceselor respective.

Transmiterea căldurii se face prin următoarele moduri:
— conducție;
— convecție;
— radiație.

5.6.1. TRANSMITEREA CĂLDURII PRIN CONDUCȚIE

Transmiterea căldurii prin conducție se face din moleculă în moleculă, fără deplasare efectivă de substanță. Prin absorbție de energie, moleculele mai reci se încălzesc iar cele calde care cedează energia, se răcesc. Transmiterea căldurii continuă pînă la egalizarea temperaturii.

Cantitatea de căldură transmisă depinde de următorii factori:
— coeficientul de conductivitate termică, λ;
— suprafața prin care se face schimbul, m^2;
— diferența dintre cele două temperaturi, °C;
— grosimea stratului prin care trece căldura, m;
— timpul cît durează transmiterea căldurii, τ.

Transferul de căldură prin conducție este fundamentat pe legea lui Fourier, care este enunțată de Em. A. Bratu astfel: Căldura transmisă în unitatea de timp este proporțională cu aria suprafeței și cu gradientul de temperatură:

$$Q = \frac{dq}{d\tau} = -\lambda A \frac{dt}{dn}$$

unde:

q este căldura transmisă în timpul τ;
τ — timpul;
dt/dn — gradientul de temperatură;
λ — conductivitatea termică.

Gradientul de temperatură poate fi definit ca limita raportului dintre diferența Δt a temperaturilor și distanța Δn dintre două suprafețe izoterme, cînd Δn tinde către zero.

Conductivitatea termică este o constantă fizică specifică fiecărei substanțe și se exprimă în $\frac{W}{m \cdot grd}$ sau $\frac{Kcal}{m \cdot h \cdot grd}$.

În tabelul 65 se prezintă conductivitatea termică pentru cîteva materiale.

Calculul conductivității termice pentru metale este aproximativ proporțională cu conductivitatea termică. Conductivitatea termică pentru gaze se calculează cu ajutorul ecuației lui Maxwell:

$$\lambda = AC_v\eta$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 65

Conductivitatea termică a unor materiale
(după Em. A. Bratu)

Materialul	Temperatura °C	Greutatea specifică kgf/m³	Conductivitatea termică λ	
			$\frac{W}{m.grd}$	$\frac{kcal}{m.h.grd}$
Aer	20	1,2	0,023	0,02
Apă	20	1 000	0,605	0,52
Beton uscat	20	2 300	1,28	1,10
Cărămizi de construcție	20	800—1 500	0,23—0,29	0,20—0,25
Gheață	0	920	2,25	1,935
Lemn de brad	20	448	0,107	0,092
Piatră de cazane	300	—	0,8 —2,3	0,7 —2,0
Sticlă	20	2 500	0,75	0,64
Aluminiu	20	2 600—2 700	203	175
Bronz	0	8 000	64,0	55,0
Cupru electrolitic	0	8 800	384	330
Fontă	20	7 200	63	54
Oțel	20	7 900	45	39
Staniu	0	7 230	64	55

în care:

C_v este căldura specifică la volum constant;
η — vîscozitatea absolută;
A = 0,25 (9$\varkappa$—5), constantă specifică fiecărui gaz;
$\varkappa = \frac{C_p}{C_v}$ = raportul dintre căldura sfecifică la presiune constantă și căldură specifică la volum constant.

Conductivitatea termică pentru lichide se calculează cu ajutorul formulei lui Weber:

$$\lambda = 0{,}358\, C \rho_r \sqrt[3]{\frac{\rho_r}{M}}$$

în care:

C este căldura specifică a lichidului cu KJ/kg·grd;
ρ_r — densitatea relativă față de apă;
M — masa moleculară în kg/kmol.

Pot să existe următoarele situații ale transmiterii căldurii prin conducție:

a) transmiterea căldurii printr-un perete cu suprafețe plane;
b) transmiterea căldurii printr-un cilindru omogen;
c) transmiterea căldurii printr-un cilindru format din mai multe straturi.

Scanned with OKEN Scanner

5.6.2. TRANSMITEREA CĂLDURII PRIN CONVECȚIE

Transmiterea căldurii prin convecție se face între un fluid și un solid, acestea fiind în contact și avînd temperaturi diferite. În acest mod, moleculele fluidului vin în contact cu corpul solid, schimbîndu-și temperatura, după care pătrund între celelalte molecule ale fluidului, modificîndu-le și acestora temperatura.

Transferul căldurii prin convecție poate fi cel mai bine ilustrat, printr-un sistem în care fundul unui recipient cu lichid este încălzit.

Se poate distinge o convecție naturală realizată prin mișcarea liberă a fluidului și o convecție forțată, în care mișcarea fluidului este efectuată prin intermediul unui dispozitiv (agitator, ventilator etc.).

Convecția naturală este condiționată de natura fluidului, diferența de temperatură, dimensiunea și forma geometrică a suprafeței peretelui prin care se face schimbul de căldură și volumul spațiului în care are loc procesul de schimb de căldură. În cazul convecției forțate se adaugă regimul de curgere al fluidelor.

Într-un fluid, transmiterea căldurii se face concomitent, atît prin conducție cît și prin convecție. Contribuția, în măsură mai mare sau mai mică a convecției sau conducției, depinde de construcția aparatului, modul și locul în care se realizează încălzirea, natura fluidelor, sistemul de agitare etc.

Se poate arăta că la un recipient încălzit la partea inferioară, transmiterea căldurii la stratul superior al recipientului, se face predominant prin convecție, în timp ce încălzirea părții superioare a recipientului va avea ca efect transmiterea căldurii la partea inferioară, în principal prin conducție. În cazul al doilea, transmiterea căldurii se face mai lent, deci într-un timp mai mare.

În multe din procesele industriei alimentare, transferul de căldură se face cu scopul de a schimba starea fizică a fluidului. Pentru transformarea lichid—vapori se folosește transformarea lichidului în vapori (fierberea) și transformarea vaporilor în lichid (condensarea).

Fierberea se realizează în două moduri:

a) fierberea globulară cu formarea de bule la suprafața de schimb;

b) fierberea peliculară cu formarea unei pelicule de vapori care separă lichidul de peretele de schimb de căldură.

Un lichid format dintr-o singură substanță fierbe la o temperatură constantă t_s, denumită temperatură de saturație, determinată de natura substanței și de presiune. Practic însă, temperatura de fierbere a lichidului t_f este mai mare decît temperatura de saturație.

Factorii care influențează fierberea sînt:

— natura lichidului (lichidele organice și soluțiile apoase de săruri au coeficienți de transmitere mai mici decît apa);

— adaosurile în lichidul de fierbere;

— sistemul de încălzire;

— presiunea;

— caracteristicile instalației în care se efectuează fierberea.

5.6.3. TRANSMITEREA CĂLDURII PRIN RADIAȚIE

O ilustrare a acestui principiu o constituie căldura pe care o simțim atunci cînd ne apropiem de un corp fierbinte, fără a-l atinge.

Transmiterea căldurii prin radiații se efectuează prin transportul de energie al radiațiilor electromagnetice și, în special, al radiațiilor calorice (infraroșii).

Procesul fizic de transformare în căldură a energiei radiante absorbite, se fundamentează pe oscilația electronilor sau moleculelor corpului care primește energia radiantă. Radiațiile absorbite prin suprafața corpului, pătrund în acesta și se transformă în căldură. Adîncimea de pătrundere depinde în măsură mai mare de natura materialului și mai puțin de lungimea de undă.

Sub aspect fizic, radiația căldurii este asemănătoare cu radiația luminii. Ea se propagă rectiliniu, se reflectă, se refractă și se polarizează. O parte din energia radiantă ajunsă la suprafața unui corp este absorbită și transformată în căldură. Urmare transformării energiei radiante absorbite, are loc transferul de căldură prin radiație.

Radiațiile calorice au lungimi de undă cuprinse între $7{,}8 \cdot 10^{-5}$ și $3{,}3 \cdot 10^{-2}$ cm.

Toate corpurile emit în spațiu radiații de diferite lungimi de undă. Intensitatea totală a radiațiilor pe diferite lungimi de undă depinde de natura corpului, de felul suprafeței lui și de temperatură. Ultimul factor este cel mai important.

În practică, cînd un corp cald, de mărime redusă, este expus la aer mai rece, căldura se pierde atît prin radiație, cît și prin convecție. Acesta este cazul cutiilor de conserve.

Se pot aminti următoarele reguli, după care se efectuează transferul de căldură, în procesele din industria alimentară;

— căldura se propagă de la un corp cald la unul mai rece;

— cele mai mari diferențe de temperatură transferă cea mai mare parte a căldurii;

— pereții mai subțiri transferă mai bine căldura;

— obiectele de culoare închisă absorb căldura prin radiație mai ușor decît cele de culoare deschisă.

Proprietățile produselor alimentare influențează, în mare măsură, capacitatea și eficiența utilajelor schimbătoare de căldură. Exemple:

— gradul de agitare trebuie menținut înăuntrul anumitor limite deși este cunoscut că o agitație puternică favorizează transferul de căldură;

— diferența dintre temperatura produsului și cea a mediului trebuie să fie limitată pentru a preveni deprecierea sau arderea unor anumite categorii de produse alimentare (lapte, fructe etc.).

Se recomandă a se ține seama de următoarele principii generale, în practica schimbului de căldură în industria alimentară:

a) este importantă asigurarea unei rapide mișcări a fluidelor, pe ambele părți ale schimbătorului de căldură;

Scanned with OKEN Scanner

b) este esențial amestecul complet și sigur al peliculei adiacente la suprafața schimbătorului de căldură cu masa fluidelor;

c) folosirea unui perete al schimbătorului de căldură, cît mai subțire posibil, în raport cu necesitățile de ordin mecanic;

d) folosirea principiului contracurentului acolo unde acest lucru este posibil;

e) utilizarea unor diferențe de temperatură cît mai mari posibil, condiționat de evitarea unor efecte negative asupra produsului;

f) asigurarea unui control precis al temperaturilor;

g) întrebuințarea ca intermediar a fluidelor reci, respectiv a fluidelor calde;

h) utilizarea unor schimbătoare de căldură cu o bună conductivitate termică.

Izolarea termică se impune în cele mai multe cazuri deoarece corpurile calde pierd căldură în mediul ambiant iar corpurile reci primesc căldura din mediul înconjurător prin convecție, conducție și radiație.

Pentru izolarea termică se folosesc materialele cu conductivitate mică ($\lambda < 0{,}2$ kcal/m·h·grd).

Materialele izolante utilizate sînt în general următoarele: pluta expandată, kiselgur, materialele plastice speciale, azbest, vata de sticlă, fibre textile etc. Izolantul cel mai bun este aerul sau mantalele vidate.

5.7. BLANȘAREA (OPĂRIREA)

Blanșarea este un proces de încălzire a legumelor și fructelor, care se efectuează în fabricile de conserve sau în cele de congelare, înainte de operațiunea de sterilizare, pasteurizare sau cea de congelare.

Această operațiune se execută prin introducerea legumelor sau fructelor în apă sau aburi, la o anumită temperatură, pentru o perioadă scurtă de timp.

Scopurile pentru care se execută blanșarea sînt următoarele:

— eliminarea aerului din produs;
— conservarea culorii naturale;
— înmuierea țesuturilor pentru a facilita umplerea în recipiente;
— evitarea deprecierii produsului;
— distrugerea unor enzime nedorite sau întîrzierea acțiunii acestora;
— păstrarea aromei naturale.

W. A. Farral detaliază unele aspecte caracteristice operațiunii de blanșare.

În cazul blanșării în apă, efectuat de regulă în blanșatoare rotative, legumele sau fructele sînt menținute la o temperatură cuprinsă între 87,8—98,9°C. În timpul acestui tratament, se recomandă ca produsul să fie în mișcare. În situația blanșării cu aburi, produsul este introdus în spațiul respectiv, cu ajutorul unei benzi transportoare.

Temperatura și timpul de blanșare sînt caracteristice fiecărui produs în parte, astfel că acestea vor trebui reglate în raport de situație.

Scanned with OKEN Scanner

Deşi, şi unele fructe sînt blanşate înainte de industrializare, totuşi blanşarea legumelor constituie o regulă mai riguroasă şi de mai mare importanţă. Deoarece blanşarea fructelor poate să aibă ca efect negativ, înmuierea ţesuturilor, se obişnuieşte tratarea acestora cu bioxid de sulf, în scopul impiedicării efectului enzimelor.

Blanşarea cu abur este recomandată, în cazul legumelor frunzoase, cum este spanacul, salata şi altele. După blanşare, legumele sînt răcite repede în apă, care poate servi ca mijloc de transport al legumelor pentru operaţiunea următoare.

Verificarea operaţiunii de blanşare se face prin testul catalazei sau peroxidazei. Ultimul este mai frecvent folosit iar un test negativ asigură efectuarea operaţiunii în bune condiţiuni, respectiv distrugerea enzimelor respective.

Atît apa cît şi aburul folosit, trebuie să posede calităţi culinare.

Factorii care pot fi luaţi în studiu într-un proces de blanşare sînt:
— temperatura de blanşare;
— durata blanşării;
— calitatea materiei prime;
— metoda de blanşare (apă, abur).

5.8. PASTEURIZAREA ŞI STERILIZAREA

Pasteurizarea are scopul de a distruge cea mai mare parte a microorganismelor şi, în special, bacteriile patogene nesporulate şi se execută la temperaturi $\leqslant 100°C$.

Efectele pasteurizării au fost demonstrate de Pasteur, în special pe vin. Astăzi, pasteurizările sînt folosite la lapte şi produse din lapte, unele fructe şi alte produse. Timpul şi temperatura de pasteurizare sînt factori esenţiali, deoarece, pe lîngă scopul arătat mai sus, acestea au influenţe asupra aromei, gustului şi celorlalte caracteristici fizico-chimice.

Sterilizarea are ca obiectiv distrugerea tuturor microorganismelor şi se efectuează la temperatura de $>100°C$. Un recipient cu conserve sterilizate, păstrat la temperatura camerei, nu va fi depreciat microbiologic sau enzimatic şi îşi va menţine proprietăţile pînă la 1—2 ani şi uneori mai mult.

Prin microorganisme se vor înţelege bacteriile, drojdiile, mucegaiurile şi virusurile.

După M. Loncin, factorii care influenţează dezvoltarea microorganismelor sînt:

a) *p*H-ul determină o influenţă importantă, deoarece microorganismele se dezvoltă la valori diferite ale acestuia. Astfel, bacteriile cu spori termorezistenţi, cum ar fi *Bacillus* şi *Clostridium*, nu pot în mod normal să se dezvolte la un *p*H inferior lui 4,5. De aici rezultă că produselor care au un *p*H mai mic de 4,5, li se poate aplica tratamentul termic, la temperaturi sub 100°C.

În tabelul 66 se prezintă, după J. L. Heid, produsele acide cu un *p*H mai mic de 4,5, iar în tabelul 67, produsele slab acide, cu un *p*H mai mare de 4,5.

Tabelul 66

Conserve cu un *p*H mai mic de 4,5 (produse acide)

Produsul conservat	valoare *p*H			Produsul conservat	valoare *p*H		
	Medie	Minimum	Maximum		Medie	Minimum	Maximum
Mere	3,4	3,2	3,7	Piersici	3,8	3,6	4,0
Piure de mere	3,6	3,2	4,2	Pere	4,1	3,6	4,4
Caise	3,9	3,4	4,4	Pickles	2,7	2,5	3,0
Mure	3,5	3,1	4,0	Suc de ananas	3,5	3,4	3,5
Cireșe	4,0	3,8	4,2	Prune	3,7	2,5	4,2
Vișine	3,5	3,3	3,8	Zmeură roșie	3,1	2,8	3,5
Coacăză neagră	3,4	3,3	3,5	Varză acră	3,5	3,4	3,7
Piure de afine	2,6	2,4	2,8	Căpșuni	3,4	3,0	3,9
Suc de struguri	3,2	2,9	3,7	Tomate	4,3	4,1	4,6
Suc de grapefruit	3,2	2,8	3,4	Suc de tomate	4,3	4,0	4,4
Suc de lămîie	2,4	2,3	2,8	Piure de tomate	4,4	4,2	4,6
Suc de portocale	3,7	3,5	4,0				

Tabelul 67

Conserve cu un *p*H mai mare de 4,5 (produse slab acide)

Produsul conservat	Valoarea *p*H			Produsul conservat	Valoarea *p*H		
	Medie	Minim	Maxim		Medie	Minim	Maxim
Sparanghel	5,5	5,4	5,6	Smochine	5,0	5,0	5,0
Fasole boabe	5,9	5,6	5,9	Ciuperci	5,8	5,8	5,9
Fasole verde	5,4	5,2	5,7	Măsline	6,9	5,9	8,0
Sfeclă	5,4	5,0	5,8	Mazăre	6,2	6,0	6,3
Morcovi	5,2	5,0	5,4	Cartofi	5,2	5,1	5,4
Cremă de porumb	6,1	5,9	6,3	Dovleac	5,1	4,8	5,2
				Spanac	5,4	5,1	5,9

Referindu-ne la produsele acide, cu un *p*H mai mic de 4,5, depreciera acestora este cauzată de unele bacterii, de drojdii și de mucegaiuri. Pentru această categorie de conserve, o încălzire sub 100°C este suficientă.

Rezistența termică a microorganismelor depinde și de tipul de acid. Acizii organici au un efect asupra microorganismelor prin ionul de hidrogen și prin molecula nedisociată.

După Erickson și Fabian, valoarea germicidă a acizilor, cînd greutatea acestora este folosită drept criteriu, este următoarea:

acid lactic < acid acetic < acid citric

iar cînd *p*H-ul este utilizat drept criteriu, ordinea este:

acid acetic > acid citric > acid lactic

Scanned with OKEN Scanner

Pentru produsele slab acide, cu un *p*H mai mare de 4,5, se are în vedere distrugerea lui *Clostridium botulinum*, rezistent la căldură și anaerob, care produce o toxină ce provoacă cazuri grave și mortale peste 60%. În fig. 39 se prezintă curba termică de distrugere a lui *Clostridium botulinum*, în funcție de temperatură.

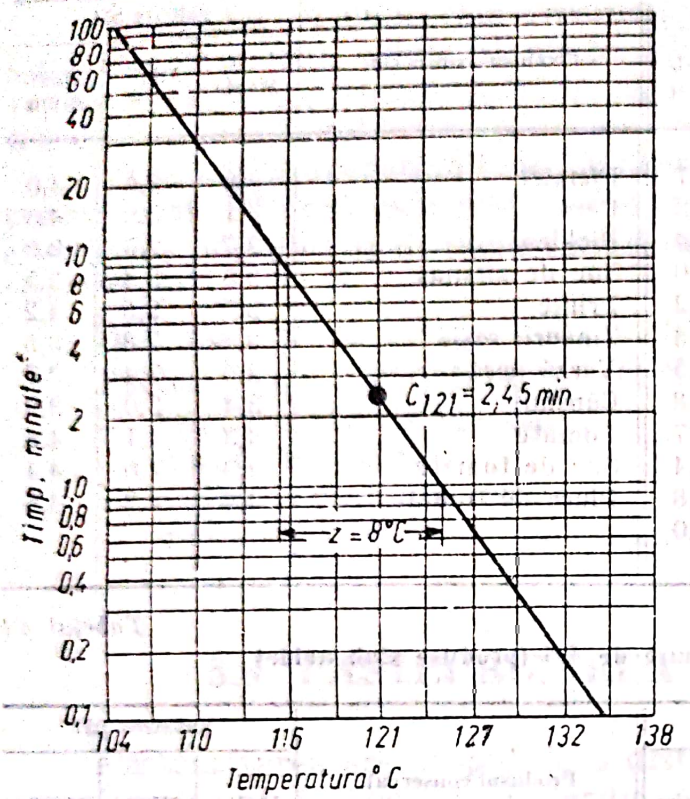


Fig. 39. Curba de timp pentru distrugerea termică a lui Clostridium botulinum (după J. L. Heid).

Conservelor trebuie să li se aplice un tratament termic mai sever decît cel necesar pentru distrugerea lui *Clostridium botulinum*, deoareece există alte microorganisme, care au o rezistență termică mai mare, cum ar fi *Cl. sporogenes*, *Bacillus stearothermophillus* etc.

b) Compoziția mediului prezintă importanță, deoarece anumite microorganisme se dezvoltă pe seama componentelor nutritive ale produselor alimentare. Mucegaiurile, drojdiile și marea majoritate a bacteriilor fac parte din această categorie. Alte microorganisme cer condiții și medii speciale. Rezistența termică a microorganismelor este în funcție de compoziția chimică a produselor și de alți factori, cum ar fi cantitatea și felul zahărului, proporția clorurii de sodiu etc.

c) Temperatura constituie, de asemenea, un factor important în dezvoltarea microorganismelor. Din acest punct de vedere, microorganismele se împart în criofile, cu o temperatură optimă de dezvoltare cuprinsă între 10° și 20°C, microorganisme termofile (cum ar fi *Streptococus* și *Bacillus*), care se dezvoltă cu predilecție la temperaturi în jur de 50°C (unele bacterii termofile se dezvoltă la temperaturi cuprinse între 70 și 80°C) și microorganisme mesofile, care cer o temperatură cuprinsă între 20 și 40°C.

d) Presiunea osmotică a mediului influențează dezvoltarea microorganismelor. Astfel, într-un mediu concentrat în zahăr, cum ar fi de pildă marmeladele, gemurile, dulcețurile, siropurile, dezvoltarea microorganismelor este împiedicată.

e) Oxigenul din compoziția aerului este necesar dezvoltării majorității microorganismelor. Acestea se numesc aerobe. Altele se dezvoltă în lipsa aproape completă a oxigenului și se numesc anaerobe. Astfel, *Clostridium botulinum este* anaerob, dezvoltîndu-se în cutia de conserve, în absența oxigenului atmosferic.

Scanned with OKEN Scanner

Există diverși alți factori care influențează dezvoltarea microorganismelor, cum ar fi de pildă acțiunea antisepticelor, care pot fi prezente urmare unor tratamente termice sau adaos de substanțe chimice (acid sulfuros, acid benzoic sau antibiotice).

5.9. RĂCIREA

Procesul de răcire și folosirea frigului au o mare utilizare în industria alimentară.

Există următoarele grupe de procedee de răcire:

a) Răcirea la temperaturi superioare față de temperatura la care se află agentul răcitor. Potrivit acestui procedeu, transmiterea căldurii se face prin conducție, convecție și radiație de la produsul cald, care trebuie răcit, la corpul rece, respectiv agentul de răcire. Acest procedeu se aplică în cazul răcirii cu apă rece, cu aer, cu gheață și cu bioxid de carbon solid;

b) Răcirea la temperaturi inferioare, temperaturii la care se găsește inițial agentul frigorific, care produce răcirea. Acesta este cazul răcirii cu amestecuri refrigerente, răcirea prin evaporare în aer și răcirea prin destindere.

c) Răcirea mecanică prin intermediul unei instalații, în care agentul frigorific circulă în instalație în circuit închis. Instalațiile funcționează prin comprimare, absorbție sau adsorbție.

Dintre metodele de răcire din cadrul acestei grupe de procedee de răciri, se pot menționa:

Răcirea cu apă constituie procedeul cel mai vechi, utilizat și astăzi în industria alimentară. Se poate folosi apa de adîncime din puțuri (10—15°C) sau apa de suprafață din rîuri și lacuri (0—3°C iarna și 18—25°C vara). Răcirea se face direct, prin serpentine sau în schimbătoare de căldură.

Răcirea cu gheață se utilizează de asemenea în industria alimentară, putîndu-se realiza o răcire pînă la 2—3°C.

Bucățile mai mici de gheață (circa 10 mm) au un efect de răcire mai mare în raport cu bucățile mari.

Răcirea cu ajutorul amestecurilor frigorifice are la bază amestecuri de apă sau gheață cu anumite substanțe, care au căldură de dizolvare negativă (clorură de amoniu, azotat de amoniu, clorură de magneziu, clorură de calciu etc.).

La aceste moduri de răcire se mai pot adăuga:

— răcirea cu bioxid de carbon solid (gheață carbonică);
— răcirea prin vaporizarea unui lichid într-un gaz;
— răcirea prin destindere, cu și fără producere de lucru mecanic.

*

Scanned with OKEN Scanner

În industria alimentară, temperaturile scăzute se realizează prin intermediul instalațiilor frigorifice, care reprezintă un complex de mașini și aparate.

Instalațiile frigorifice funcționează pe baza următoarelor principii:

a) termodinamice, folosind instalații cu compresoare de gaze ideale sau reale;

b) termochimice, utilizînd soluții binare pe principiul absorbției;

c) electrotehnice, întrebuințînd instalații cu semiconductori.

În instalațiile frigorifice circulă agenți frigorifici, care reprezintă agenți de răcire.

Agenții frigorifici trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să nu fie corosivi și să fie stabili, sub aspect chimic;

— să nu fie toxici și nici inflamabili;

— să posede un miros caracteristic pentru a se putea descoperi în situația unor neetanșeități;

— să nu fie miscibili, cu uleiul, și să nu conțină apă;

— să aibă căldură de vaporizare cît mai mare ca să poată lua, în timpul vaporizării, cît mai multă căldură din mediul înconjurător;

— temperatura de înghețare să fie cît mai coborîtă;

— presiunile de vapori, la temperaturile cerute de instalație, să nu fie prea mari sau prea mici;

Agenții frigorifici mai frecvent folosiți sînt: amoniacul, bioxidul de sulf, bioxidul de carbon, clorura de metil, freonul, clorura de etil, izobutanul.

Ca tipuri de instalații frigorifice se pot menționa:

— instalația frigorifică cu o treaptă de comprimare și subrăcitor;

— instalația frigorifică cu comprimare în două trepte;

— instalații frigorifice cu aer;

— instalații frigorifice cu vapori de apă;

— instalații frigorifice cu absorbție.

5.10. EVAPORAREA

Într-un sens general, transformarea unui lichid în vapori poartă denumirea de evaporare. Substanța lichidă trece în stare de vapori prin evaporare și prin fierbere. În cazul fierberii, transformarea lichidului în vapori se face la o temperatură, la care presiunea de vapori a lichidului este egală cu presiunea mediului înconjurător. În situația evaporării, această transformare se face la temperaturi, la care presiunea de vapori a lichidului este mai mică decît presiunea mediului înconjurător.

Operația de evaporare în industria alimentară se folosește pentru concentrarea soluțiilor, fapt pentru care, pe lingă termenul de evaporare se folosește și cel de concentrare. Acest procedeu se folosește în scopul asigurării conservării produselor, dat fiind faptul că un conținut ridicat în apă constituie un mediu favorabil dezvoltării microorganisme-

Scanned with OKEN Scanner

lor. Alt avantaj al produselor concentrate este acela că reprezintă un volum mai mic la transport, fapt ce are repercusiuni economice.

Evaporarea trebuie realizată în condiții care să asigure menținerea calității materiilor prime folosite și, în special, a însușirilor senzoriale.

Aplicațiile evaporării în industria alimentară sînt numeroase. Se pot menționa următoarele produse obținute pe această cale: gemuri, dulcețuri, marmelade, pastă de tomate, supe concentrate, sucuri de fructe concentrate, lapte concentrat ș.a.

Factorii care influențează evaporarea sînt, după Em. A. Bratu, următorii:

— temperatura soluției la intrarea în instalație;
— concentrația soluției;
— natura soluției;
— caracteristicile soluției (viscozitate, densitate, conductivitatea termică, temperatura de fierbere);
— fluctuația concentrației;
— cantitatea sau debitul soluției;
— fluctuația debitului;
— formarea de spumă;
— formarea de cruste;
— agresivitatea chimică;
— concentrația soluției finale;
— caracteristicile produsului (viscozitate, densitate, conductivitatea termică etc.);
— modul de funcționare (continuu, discontinuu);
— tipul evaporatoarelor, caracteristicile și numărul acestora;
— circulația vaporilor în instalație;
— circulația soluției în instalație;
— modul de evacuare a vaporilor;
— temperatura în evaporator;
— presiunea în evaporator;
— durata evaporării;
— caracteristicile aburului;
— consumul de abur;
— eliminarea condensatului;

Căldura necesară evaporării este obținută cu ajutorul vaporilor de apă. Se vor distinge: abur primar, în cazul vaporilor de apă folosiți pentru încălzirea instalațiilor de evaporat și abur secundar, cel obținut în urma fierberii amestecului.

Procedee de evaporare mai importante sînt două:

a) evaporarea simplă;
b) evaporarea cu efect multiplu.

Evaporarea simplă constă în concentrarea soluției într-un singur aparat iar vaporii rezultați din fierbere sînt eliminați în atmosferă sau sînt condensați într-un condensator. Metoda de lucru poate fi continuă sau discontinuă iar fierberea se poate efectua la presiunea atmosferică sau în vid (sub depresiune).

Scanned with OKEN Scanner

Se menționează următoarele tipuri de evaporatoare:
a) evaporatoare cu țevi fierbătoare orizontale;
b) evaporatoare verticale cu tub central de circulație;
c) evaporatoare cu încălzitor exterior;
d) evaporatoare cu țevi fierbătoare lungi;
e) evaporatoare cu film descendent;
f) evaporatoare cu circulație forțată;
g) evaporatoare pentru soluții concentrate.

La alegerea tipului de evaporator se ține seama de viscozitate, concentrația lichidului din evaporator, formarea de cruste, formarea de spume, posibilitatea de depreciere a lichidului la temperaturi ridicate sau la tratament prelungit, necesitatea evitării antrenării lichidului de către vaporii secundari etc.

Evaporarea cu efect multiplu presupune utilizarea vaporilor secundari rezultați dintr-un evaporator, ca abur de încălzire, în evaporatorul următor. Acest sistem prezintă avantajele economiei de abur și economiei de apă de răcire în condensator. Instalația de evaporare este constituită din mai multe evaporatoare legate în serie și care lucrează cu presiune și temperatură descrescîndă, de la primul spre ultimul, iar vaporii secundari din ultimul evaporator sînt condensați în condensatorul instalației.

Există mai multe sisteme ale instalațiilor de evaporare cu efect multiplu:

a) variante rezultate din modul de circulație a vaporilor (instalații cu circulație normală a vaporilor, instalație cu priză de vapori, instalație cu evaporator zero);

b) variante rezultate din modul de circulație a soluției (alimentare individuală, circulație în echicurent, circulație în contracurent, circulație în curent mixt).

5.11. CONDENSAREA

Trecerea vaporilor sau a gazelor în stare lichidă, prin răcire sau prin folosirea concomitentă a răcirii și comprimării, poartă denumirea de condensare.

Condensarea vaporilor se poate face în mai multe scopuri:
— obținerea unei depresiuni în instalații pentru a putea efectua fierberea la o temperatură scăzută, care să asigure menținerea calității produselor și evitarea pierderilor datorită temperaturilor ridicate;
— recuperarea sau valorificarea unor substanțe valoroase, cum este de pildă cazul aromelor;
— împiedicarea împrăștierii vaporilor într-o secție de lucru;
— recuperarea căldurii pe care o cedează vaporii.

Factorii care influențează procesul de condensare sînt:
— temperatura vaporilor;
— temperatura lichidului de răcire la intrare și ieșire;

Scanned with OKEN Scanner

— debitul apei de răcire;
— caracteristicile condensatorului;
— debitul vaporilor.

Există următoarele tipuri de condensatoare;

a) condensatoare de suprafața tubulară;
b) condensatoare de suprafață cu injectoare;
c) condensatoare de suprafață spirale;
d) condensatoare de amestec.

5.12. USCAREA

Uscarea este operația prin care apa din produsele solide sau lichide este îndepărtată prin intermediul aerului și care este atît agent de transport cît și agent termic.

Se folosesc următoarele metode de uscare:

Uscarea prin convecție, în care agenții de uscare sînt aerul umed sau gazele de ardere. Căldura se transmite produsului prin convecție, realizîndu-se atît difuzia apei spre exterior cît și evaporarea la suprafața produsului.

Uscătoarele care funcționează pe baza uscării prin convecție sînt: uscătorul în zone, uscătorul cu benzi suprapuse, uscătorul rotativ, uscătorul prin pulverizare și uscătorul tunel.

Uscarea prin conducție se aplică produselor lichide sau sub formă de pastă, care sînt pulverizate sau turnate pe o suprafață fierbinte, de regulă în rotire, producîndu-se evaporarea umidității. Procedeul prezintă, sub aspect calitativ, unele neajunsuri (solubilitate redusă, arderea produsului), preferîndu-se uscarea prin pulverizare.

Uscarea prin radiație folosește radiațiile infraroșii furnizate de lămpi electrice, cu temperatură de incandescență redusă sau elemente metalice și ceramice. Principalul avantaj îl constitue scurtarea apreciabilă a timpului de uscare. Trebuie ținut seama că energia radiantă infraroșie, obținută cu ajutorul radianților ceramici sau metalici, este mai puțin costisitoare față de cea obținută prin radiații electrice.

Uscarea cu radiații infraroșii se aplică în industria lactozei, cazeinei și legumelor.

Condițiile de uscare pentru lactoză prevăd: temperatura 60—65°C, grosimea stratului 0,5—1 cm, distanța între produs și generator 20—40 cm. Pentru cazeină aceste condiții sînt: temperatura 70°C, mărimea particulelor 1—2 mm, grosimea stratului 0,5—0,7 cm.

Pentru legume, avantajul constă în reducerea pierderilor în vitamine și, din acest punct de vedere, radierea intermitentă este superioară regimului continuu.

Uscarea în vid se aplică produselor sensibile la temperatură. Datorită temperaturii reduse, consumul de căldură este mai mic. Avantajele constau în mărirea vitezei de uscare și, respectiv, reducerea duratei de

Scanned with OKEN Scanner

uscare, evitîndu-se modificări legate de oxidare, schimbarea culorii și distrugerea vitaminelor. Pentru a se realiza condiții bune de uscare este necesar să se asigure în permanență eliminarea vaporilor de apă formați în uscător.

Uscarea în vid se poate aplica la uscarea laptelui, albuminei, melasei, extractului de cafea, tutunului etc.

Se folosesc următoarele tipuri de uscătoare:

— uscătoare sub vid cu funcționare continuă;
— uscătoare sub vid cu benzi;
— uscătoare prin pulverizare.

Uscarea prin liofilizare (criodesicare), presupune congelarea rapidă la temperatură scăzută și uscarea apoi a produsului congelat prin sublimarea gheței (trecerea directă de la starea solidă la starea de vapori). Și aici este necesară îndepărtarea permanentă a vaporilor formați prin folosirea lichidelor absorbante sau prin condensarea pe suprafețe răcite. Avantajul metodei constă în aceea că nu produce deprecieri cauzate de căldură și nici pierderi de aromă.

Uscarea prin liofilizare se aplică azi la; sucuri de fructe, carne, pește, unele fructe și legume etc.

Factorii care influențează procesul de uscare sînt:

— cantitatea sau debitul materiei prime;
— forma materiei prime;
— umiditatea materiei prime;
— temperatura agentului de uscare;
— umiditatea agentului de uscare;
— debitul agentului de uscare;
— temperatura maximă admisă în timpul uscării;
— durata uscării;
— umiditatea finală a produsului;
— temperatura produsului.

Acești factori pot să stea la baza unor scheme EVOP, urmărindu-se calitatea, randamentele, consumurile energetice etc. Analiza concomitentă a mai multor scopuri este de recomandat.

De pildă, la uscarea legumelor și fructelor se pot lua în studiu, factorii: temperatura agentului de uscare, umiditatea relativă a agentului de uscare și forma materiei prime sau durata uscării iar ca scop se va putea urmări culoarea, calitățile gustative, capacitatea de rehidratare etc.

În procesul de uscare a amidonului se poate acționa asupra îmbunătățirii calității, prin analiza factorilor umiditate și temperatură.

5.13. DIFUZIUNEA

Prin difuziune se realizează separarea sistemelor omogene în componentele lor din amestec precum și formarea sistemelor omogene, din cele eterogene, prin trecerea unor componente ale sistemului dintr-o fază în alta.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristica fazelor o constituie compoziția diferitelor componente exprimate în: procente în greutate sau în părți în greutate față de greutatea totală a fazei sau în fracții molare.

Posibilitatea existenței fazei date în echilibru cu alte faze, se determină cu ajutorul regulii fazelor, care se exprimă prin relația:

$$C+\varphi=k+n$$

în care:

C este numărul gradelor de libertate sau numărul minim de factori care pot să varieze, independent unul de celălalt, fără a distruge echilibrul sistemului dat;

φ — numărul fazelor sistemului;

k — numărul componentelor independente ale sistemului;

n — numărul factorilor externi care influențează asupra poziției echilibrului în sistemul dat.

În cazul aplicării regulii fazelor la procesele transferului de substanță și considerînd că factorii externi care influențează asupra echilibrului sistemului sînt temperatura și presiunea, respectiv $n=2$, regula fazelor se va scrie astfel:

$$C=k-\varphi+2$$

Considerînd că sistemul constă din două sau mai multe componente, atunci echilibrul său depinde nu numai de temperatură și presiune ci și de compoziția cantitativă a fazelor.

Sistemul în două componente, care constă din două faze, are, potrivit regulii fazelor, două grade de libertate:

$$C=k-\varphi+2=2-2+2=2$$

Rezultă că în astfel de sisteme se pot varia concomitent doi factori — temperatura și presiunea — fără a strica echilibrul fazelor.

Trebuie menționat că o teorie completă și bine precizată a procesului de difuzie, care să ia în considerație toți factorii ce influențează acest proces, nu există.

Preocupări mai multe au existat pentru difuzia zahărului din sfeclă și aici Silin a stabilit următoarea ecuație, adaptată după Fick, după care se realizează difuzia:

$$G=D\cdot S\cdot\frac{C-c}{x}\tau$$

unde:

G este cantitatea de substanță ce difuzează, în kg;

D — coeficientul de difuzie, în m^2/s;

S — suprafața prin care se deplasează reciproc fazele, în m^2;

C — concentrația medie a zahărului în tăiței de sfeclă supuși difuziei;

c — concentrația medie a zahărului în zeama de difuzie;

x — lungimea parcursului de difuzie, în m;

τ — timpul, în ore.

Scanned with OKEN Scanner

Coeficientul de difuzie este o caracteristică a substanței și determină capacitatea de transfer a acelei substanțe.

În tabelul 68 sînt arătate valorile coeficienților de difuzie pentru cîteva substanțe.

Coeficienți de difuzie în aer și în apă pentru cîteva substanțe *Tabelul 68*

Substanța	În aer la presiunea atmosferică $D \cdot 10^5$ m²/s	În apă $D \cdot 10^9$ m²/s	Substanța	În aer la presiunea atmosferică $D \cdot 10^5$ m²/s	În apă $D \cdot 10^9$ m²/s
Bioxid de carbon la 0°C	1,38	—	Alcool etilic la 40°C	1,37	—
Bioxid de carbon la 20°C	1,64	1,50	Acid acetic la 20°C	1,33	0,88
Alcool etilic la 20°C	1,19	1,00	Zaharoză între 10—20°C	—	0,59

Dependența coeficientului de difuzie D de temperatură este dată de relația:

$$D = \frac{K_0 \cdot Tm}{\eta}$$

în care:

Tm este temperatura medie în aparatul de difuzie în °C;

K_0 — constanta;

η — viscozitatea dizolvantului la temperatura medie în N·s/m².

Procesul de difuzie poate fi realizat pe mai multe căi:

— materialul este introdus într-un aparat vertical, unde este spălat cu un curent dizolvat, pînă la epuizarea dizolvantului;

— circulația se face în contracurent iar aparatul poate fi montat vertical sau orizontal.

Difuzia se mai poate efectua într-un regim staționar sau în aparate în care se realizează în timpul difuziei o presiune scăzută.

Dintre aparatele folosite în industria alimentară se pot cita:

a) aparate de difuzie rotativă cu o singură elice (sistem Bergé) sau cu două elice (sistem R.T.);

b) aparate de difuzie verticale cu lanț;

c) aparate orizontale cu lanț;

d) aparate de difuzie tip coloană cu melc;

e) aparate de difuzie orizontale cu melc.

Factorii care influențează difuzia sînt:

— temperatura amestecului supus difuziei;

— caracteristicile fizico-chimice ale substanțelor;

— dimensiunile substanțelor solide în cazul difuziei solid-lichid;

— durata procesului de difuzie;

— viteza de deplasare a dizolvantului;

— raportul în care se află cele două substanțe.

Scanned with OKEN Scanner

Referindu-ne la difuzia folosită în industria zahărului, factorii care influențează acest proces sînt;

— temperatura amestecului tăiței — apă supus difuziei;

— dimensiunea tăițeilor exprimată prin cifra suedeză care reprezintă raportul dintre masa tăițeilor care depășesc lungimea de 5 cm și masa celor cu o lungime sub 1 cm;

— sutirajul care reprezintă cantitatea de zeamă de difuziune ce se extrage din instalația de difuzie. Se exprimă în greutate în raport de greutatea sfeclei introdusă în extracție;

— durata difuziei la o extracție normală este cuprinsă între 60—100 minute;

— calitatea apei folosită pentru difuzie;

— încărcarea specifică cu tăiței a difuzorului;

— calitatea sfeclei de zahăr.

EVOP-ul poate prelua doi sau mai mulți din acești factori, la care aplicînd o ușoară modificare a parametrilor de lucru să se ajungă la realizarea unui randament superior al extracției în zahăr.

5.14. DISTILAREA

Distilarea constituie procesul în care amestecul lichid de separat se încălzește pînă la fierbere iar vaporii formați sînt evacuați și condensați. Separarea se face pe baza diferenței de volatilitate a componentelor și cuprinde în fapt două operații: evaporarea și condensarea.

Deși, aparent, distilarea nu se deosebește de evaporare, totuși diferența, după cum precizează A. G. Kasatkin, este fundamentală.

Astfel, la evaporare se supun soluții constituite dintr-un dizolvant volatil și o substanță solidă dizolvată, nevolatilă. Urmare evaporării, se elimină o parte din dizolvant și crește concentrația soluției, în timp ce reziduul (care nu s-a transformat în vapori), reprezintă produsul final.

La distilare, însă, se supun în mod obișnuit soluții, în care dizolvantul și substanța dizolvată sînt volatile. Din această cauză, atît dizolvantul cît și soluția dizolvată se transformă simultan în vapori, în cantitate corespunzătoare volatilității lor. Deci, prin distilare are loc o separare parțială sau totală a soluției în componente și, în cele mai multe cazuri, produsul final este atît distilatul cît și reziduul netransformat în vapori.

Repetarea operației de distilare poartă denumirea de rectificare și se aplică atunci cînd se dorește o separare mai bună a componentelor.

În ce privește echilibrul lichid — vapori, un lichid format dintr-o singură substanță fierbe la temperatura la care presiunea de vapori a acestei substanțe este aceeași cu presiunea în care se face fierberea iar temperatura rămîne nemodificată în timpul fierberei, dacă presiunea se menține constantă.

În cazul unui lichid conținînd mai multe componente, fierberea începe cînd suma presiunilor parțiale ale componentelor este egală cu pre-

Scanned with OKEN Scanner

siunea în care se face fierberea iar temperatura se schimbă în timpul fierberii deşi presiunea rămîne constantă.

Amestecurile care se supun distilării şi care trebuie separate sînt numeroase. În raport cu relaţiile dintre componenţii din amestec şi de felul cum se comportă în timpul distilării, ele se pot clasifica astfel:

a) După relaţiile dintre componente:
   — amestecuri miscibile;
   — amestecuri parţial miscibile;
   — amestecuri nemiscibile.

b) După felul cum se comportă în timpul distilării:
   — amestecuri cu temperatura de fierbere variabilă;
   — amestecuri cu temperatura de fierbere maximă;
   — amestecuri cu temperatura de fierbere minimă.

Dintre metodele de distilare se pot menţiona:

— distilarea simplă este o operaţie discontinuă în care se fierbe o cantitate de amestec şi se elimină vaporii pe măsură ce ei se formează;

— distilarea fracţionată reprezintă acea distilare în care porţiunile de distilat sînt preluate separat;

— distilarea de echilibru sau integrală este situaţia în care vaporii rezultaţi sînt menţinuţi în contact cu lichidul;

— rectificarea reprezintă o succesiune de distilări şi condensări pentru a se obţine un produs cît mai pur.

5.15. EXTRACŢIA

Procesul în care are loc o separare totală sau parţială a unui amestec de substanţe, care au solubilităţi diferite, se numeşte extracţie. Pentru extragerea substanţei uşor solubile amestecul se tratează cu un dizolvant.

Extracţia, în raport de natura substanţelor folosite, se poate denumi extracţie solid-lichid, cînd amestecul supus extracţiei este solid, sau extracţie lichid-lichid cînd amestecul supus extracţiei este constituit din mai multe lichide.

Difuzia intervine în procesul de extracţie deoarece aceasta se bazează pe proprietatea pe care o au substanţele cu concentraţii diferite de a difuza, una în alta, cînd sînt în contact.

Potrivit celor precizate de A. G. Kasatkin, relaţia între amestecul care se separă şi dizolvant este determinată de legea repartiţiei, care se exprimă prin relaţia:

$$y_e = k_2 x$$

în care:

y_e este concentraţia de echilibru a substanţei dizolvate în dizolvant, în kgf/kgf;

x — concentraţia substanţei dizolvate în amestecul supus extracţiei, în kgf/kgf;

k_2 — coeficient de repartiţie.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru procesul de extracție sînt aplicabile ecuațiile difuziunii și ale transferului de substanțe, cu următoarele sublinieri:

— necesitatea măririi suprafeței de contact dintre faze, la substanțele solide, prin mai bună mărunțire și amestecare;

— necesitatea măririi concentrației respectiv a cantității de dizolvant, factor de mare importanță sau prin efectuarea procesului de extracție în contracurent;

— necesitatea sporirii vitezii de mișcare a fazelor care influențează mărimea vitezei de transfer a substanței;

— necesitatea măririi duratei extracției τ pentru creșterea cantității de substanță extrasă G. Peste o anumită limită însă a lui τ, cantitatea de substanță extrasă este neînsemnată.

Dintre procedeele de extracție se va aminti aceea care se aplică substanțelor solide.

Funcționarea instalației se face în șarje și nu este economică. Extracția poate fi îmbunătățită dacă se folosesc mai multe extractoare legate în serie într-o instalație cu efect multiplu.

După felul de punere în contact a lichidelor se deosebesc următoarele procedee de extracție:

— extracția simplă cu un simplu contact;
— extracția simplă cu contact multiplu;
— extracția cu contact multiplu în contracurent;
— extracția în contracurent cu reflux;
— extracția continuă în contracurent.

Dintre aparatele folosite pentru extracția solid-lichid, în industria alimentară, se pot menționa:

— aparate de extracție rotative (extractorul Blow-Knox, extractorul sistem Filtrex);

— extractoare verticale cu agitator și lanț (extractorul Bollmann, extractorul Anderson);

— extractoare orizontale cu lanț (extractorul De Smet, extractorul cu bandă Lurgi, extractorul cu bandă P.T.K.);

— coloane de extracție cu melc (extractorul Hildebrandt).

Factorii care influențează procesul de extracție sînt:

— caracteristicile solventului;
— caracteristicile substanței de extras;
— suprafața totală a substanței de extras;
— dimensiunile particulelor;
— raportul solvent-substanță supusă extracției;
— temperatura la care se desfășoară extracția;
— durata menținerii în amestec a solventului cu substanța de extras.

Randamentul și calitatea extractului pot să fie îmbunătățite analizînd, prin intermediul metodei EVOP, factorii menționați mai sus. Scheme diferite pot fi elaborate, care să includă total sau parțial, acești factori.

Scanned with OKEN Scanner

5.16. CRISTALIZAREA

Cristalizarea este un proces de separare a fazei solide dintr-o soluție și constituie unul din procedeele importante, folosite în scopul realizării substanțelor solide în stare pură.

Cristalele pot avea diferite forme și dimensiuni, aceasta depinzînd de temperatură și vîscozitatea mediului.

Noțiunea de cristalizare este de multe ori legată de cea de dizolvare (trecerea substanței solide în soluție).

Solubilitatea este la rîndul ei condiționată de natura substanțelor, de temperatură și de însușirile dizolvantului. Este cunoscut faptul că, de regulă, solubilitatea crește odată cu ridicarea temperaturii. În practică este necesară cunoașterea relației solubilitate-temperatură.

Soluția, în care substanța solidă a fost dizolvată, poate fi saturată, nesturată sau suprasaturată. Soluția saturată este acea soluție care conține, la o anumită temperatură, cantitatea maximă posibilă de substanță dizolvată.

O primă cale de a realiza procesul de cristalizare este de a cunoaște relația dintre solubilitatea substanței și temperatură. Astfel, cristalizarea poate fi obținută prin răcire, fie folosind evaporarea sau fierberea, cînd se elimină din soluție o parte din dizolvant, situație în care soluția este suprasaturată iar o parte din substanța dizolvată, trece în stare solidă, constituind cristale.

Formarea cristalelor și respectiv constituirea centrelor de cristalizare este influențată de următorii factori:

— metoda și viteza de agitare;
— temperatura;
— intensitatea răcirii;
— caracteristicile substanței;
— impuritățile pe care le conține substanța.

Numărul de centre de cristalizare care se formează influențează viteza de cristalizare, precum și forma și mărimea cristalelor. Prezența unor cristale în soluție facilitează procesul de cristalizare. În practică, uneori se introduc în soluție cristale din substanța care urmează a fi separată pentru a grăbi procesul de cristalizare.

Metodele de cristalizare pot consta din:

a) Cristalizarea prin eliminarea unei părți din dizolvant, astfel încît să se obțină o soluție suprasaturată. Cristalizarea se obține, de regulă, prin eliminarea din soluție a unei cantități de dizolvant. Se disting mai multe procedee de cristalizare prin îndepărtarea unei părți din dizolvant și anume:

— evaporare cu cristalizare;
— cristalizarea prin folosirea răcirei cu aer;
— cristalizarea cu ajutorul vidului.

Dezavantajul acestei metode este acela că durează în timp și că nu este economică.

Scanned with OKEN Scanner

b) Cristalizarea prin răcirea soluției. Răcirea se poate realiza folosind temperatura mediului ambiant în sezon rece sau folosind apa rece sau amestecuri refrigerente.

În industria alimentară, cristalizarea prin răcire se folosește în industria vinului, pentru îndepărtarea bitartratului de potasiu (situație în care se poate utiliza temperatura scăzută a mediului ambiant din anotimpul friguros), în industria zahărului, la formarea cristalelor de zahăr și în industria laptelui, în procesul de cristalizarea lactozei.

Printre aparatele folosite pentru cristalizare se pot menționa:

— cristalizor cu malaxor și instalație de răcire;
— cristalizor rotativ cu răcire interioară.

5.17. ABSORBȚIA

Îmbibarea sau reținerea în masa unui mediu lichid sau solid a unei substanțe în stare gazoasă, lichidă sau solidă poartă denumirea de absorbție. Fenomenul se datorește unei atracții de natură fizică sau chimică.

Absorbția se folosește în industrie în următoarele scopuri:

— separarea unui component valoros dintr-un amestec de gaze;
— îndepărtarea unui component;
— realizarea unei reacții chimice gaz-lichid.

Cantitatea ds substanță absorbită este direct proporțională cu suprafața de contact a fazei și pentru aceste motive, dispozitivul de absorbție este bine să aibă o suprafață mare de contact. În felul acesta se facilitează trecerea lichidului și a gazului.

Procedeele folosite pentru a realiza contactul dintre lichid și gaz sînt următoarele:

a) gazul trece prin lichid, sub formă de bule, de regulă într-un curent ascensional, fenomen ce poartă denumirea de barbotare;
b) gazul trece printr-un spațiu, în care se află lichid fin pulverizat;
c) gazul trece peste suprafața lichidului;
d) gazul trece prin materiale de umplutură, unde vine în contact cu lichidul aflat sub forma unei pelicule.

În industria alimentară absorbția se aplică în operațiile de impregnare cu bioxid de carbon, la prepararea băuturilor răcoritoare, la fabricarea șampaniei, în industria zahărului ș.a.

Factorii care influențează absorția sînt:

— temperatura (prezintă importanță deoarece odată cu creșterea temperaturii, solubilitatea gazelor în lichide se micșorează; din acest punct de vedere, se recomandă ca absorbția să fie efectuată în condiții de răcire a lichidului);
— presiunea (pe măsură ce presiunea gazului crește, absorbția acestuia va spori);
— caracteristicile gazului;
— caracterirsticile lichidului absorbant;
— suprafața de contact.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre aparatele folosite pentru absorbție se pot menționa:

a) aparat de absorbție care folosește injecția gazului și care este utilizat pentru saturarea cu bioxid de carbon a zemii defecate în industria zahărului;

b) absorber de suprafață, în care circulația absorbantului și absorbitului se efectuează în contracurent. Răcirea cu apă asigură o capacitate sporită de absorbție;

c) coloană de absorbție cu umplutură, mărește suprafața de contact dintre absorbant și absorbit. Se utilizează pentru producția de apă carbogazoasă, folosită la prepararea băuturilor răcoritoare.

5.18. ADSORBȚIA

Adsorbția este procesul de fixare a unei substanțe la suprafața altei substanțe. Adsorbția are ca rezultat mărirea concentrației adsorbantului la suprafața de separație a fazelor.

Materialul care reține pe suprafața sa alte substanțe se numește *adsorbant*, iar substanța reținută poartă denumirea de *adsorbat*.

Adsorbția este utilizată ca operație de separare și purificare deoarece adsorbanții rețin componentul dorit dintr-un amestec eterogen.

Aplicațiile adsorbției au la bază următoarele caracteristici, care o deosebesc de celelalte metode de separare:

— acționează asupra particulelor foarte mici, de natură coloidală, reținîndu-le;

— acționează asupra componentelor aflate în concentrații foarte mici, reținîndu-le și pe acestea;

— capacitatea adsorbanților de a selecta unii componenți ai amestecului.

În raport de forțele care intervin între moleculele adsorbantului și cele ale substanței adsorbite, se pot deosebi o adsorbție fizică și o adsorbție chimică.

Aplicațiile adsorbției în industria alimentară sînt multiple, putîndu-se menționa domeniile în care se poate folosi: industria zahărului, industria uleiului, decolorarea lichidelor în general, purificarea apei, condiționarea aerului, recuperarea alcoolului în procesele de fermentare, îndepărtarea excesului de clor, după sterilizarea apei cu clor.

Adsorbanții sînt substanțe solide, care au o suprafață mare de adsorbție și se caracterizează printr-o structură poroasă. Această structură poroasă conferă o valoare mare a suprafeței în raport de greutatea substanței.

Capacitatea de adsorbție a unui adsorbant se măsoară prin cantitatea de substanță adsorbită, în grame, pe unitate (g sau cm^3) de adsorbant.

Adsorbanții mai frecvent folosiți sînt:

— cărbunele activ se folosește sub formă de granule, cu mărimea de 1—7 mm sau sub formă de pulbere;

Scanned with OKEN Scanner

— pămînturile decolorate sînt produse naturale formate din silicaţi;

— cărbunele de oase obţinut prin calcinarea oaselor;

— silicagelul este produsul obţinut din silicat de sodiu, tratat cu acid sulfuric;

— răşini schimbătoare de ioni.

Factorii cari influenţează adsorbţia sînt:

— natura absorbantului;

— caracteristicile adsorbantului (mărimea granulelor, greutatea specifică, căldura specifică, volumul porilor, temperatura de regenerare etc.);

— natura adsorbantului;

— caracteristicile adsorbantului;

— concentraţia adsorbantului;

— temperatura (o temperatură ridicată diminuează cantitatea de substanţă ce se adsoarbe);

— presiunea de adsorbţie;

— durata adsorbţiei.

Se folosesc următoarele aparate pentru adsorbţie:

a) adsorberul cu silicagel utilizat pentru deshidratarea agenţilor frigorifici;

b) adsorberul cu cărbune activ;

c) adsorberul cu răşini schimbătoare de ioni se utilizează în industria zahărului pentru eliminarea sărurilor de calciu din zeama de difuzie.

5.19. PROCESELE BIOCHIMICE

La multe din subramurile industriei alimentare, procesele biochimice au un rol predominant. Astfel, în unele industrii, transformarea materiei prime în produse finite se bazează pe procese biochimice (industriile laptelui, vinului, tutunului etc.) iar în altele, ca industria berii, spirtului etc., procesele tehnologice sînt adevărate procese biochimice.

În timpul păstrării fructelor şi legumelor, respiraţia acestora se menţine la un nivel redus şi au loc o serie de modificări în compoziţia chimică. Aceste transformări se produc asupra hidraţilor de carbon, substanţelor pectice, acizilor organici, substanţelor tanante, acidului ascorbic, substanţelor volatile etc. Factorii care influenţează aceste transformări sînt: temperatura, umiditatea relativă a aerului, lumina, ventilaţia etc.

Fenomene oarecum asemănătoare se produc în timpul păstrării cerealelor, cînd datorită proceselor metabolice, are loc respiraţia acestora. Şi aici se produc transformări ale hidraţilor de carbon, proteinelor, lipi-

Scanned with OKEN Scanner

delor, substanțelor minerale și vitaminelor. Factorii care condiționează mărimea acestor modificări sînt: temperatura, umiditatea relativă, caracteristicile cerealelor (umiditate etc.), ventilația, durata păstrării etc.

În industria panificației este cunoscută importanța maturizării făinii, cînd se produc modificări ale hidraților de carbon, proteinelor, lipidelor, culorii etc. Aceste procese sînt influențate de: temperatura de depozitare, caracteristicile materiei prime (data recoltării, calitatea etc.), gradul de extracție al făinii, granulozitatea făinii, umiditatea făinii, modul de depozitare etc.

Tot în industria panificației, transformarea aluatului este datorată unor procese biochimice, în care rolul amidonului și amilazei este predominant și depinde de: caracteristicile materiei prime, temperatura, *p*H etc.

Modificările care au loc în carne după sacrificarea animalelor sînt deosebit de importante și privesc degradarea glicogenului, formarea amoniacului și actomiozinei, schimbări ale țesutului (elasticitate, extensibilitate), evoluția *p*H-ului etc. Factorii care influențează aceste modificări sînt: activitatea musculară înainte de sacrificare, starea de hrănire a animalului înainte de sacrificare, elemente stresante și psihice, temperatura la care este păstrată carnea după sacrificare etc.

La fel de importante sînt procesele biochimice care au loc în timpul maturării și frăgezimii cărnii și ele privesc evoluția azotului neproteic, evoluția proteinelor miofibrilare și sarcoplasmatice, frăgezimea cărnii, aroma cărnii etc. Aceste procese depind de: temperatură, condițiile ante și post sacrificare etc.

La fabricarea brînzeturilor, coagularea laptelui este rezultatul unor procese biochimice, fiind produsă prin fermentarea lactozei sau cu ajutorul unei enzime coagulante. Factorii care influențează coagularea laptelui cu chiag sînt: caracteristicile laptelui (raport Ca/Na etc.), temperatură, răcirea laptelui după muls etc.

Maturarea brînzeturilor constituie de asemenea rezultatul unor complexe procese biochimice, în cursul cărora se produc transformări, privind compoziția, consistența, culoarea, gustul, aroma. Aceste modificări depind de: prezența unor anumite microorganisme, existența unor enzime, caracteristicile materiei prime, calitatea cheagului, temperatura, *p*H-ul etc.

Caracteristicile produselor lactate acide sînt rezultatul activității unor microorganisme, din care unele produc acid lactic (*Str. lactis, Lb. acidophillus* etc.), altele aroma (*Leuconostoc citrovorum* etc.). Activitatea acestora depinde, la rîndul său, de temperatura, *p*H etc.

Procesul de germinare a orzului din industria berii conduce la importante modificări în compoziția biochimică a bobului, cum ar fi: degradarea hidraților de carbon, transformarea substanțelor azotoase și a lipidelor etc. Factorii care influențează aceste procese biochimice sînt: temperatura, *p*H-ul etc.

Fermentarea tutunului reprezintă un proces biochimic, în care au loc importante modificări: diminuarea conținutului în hidrați de carbon, descompunerea substanțelor pectice, transformarea zaharozei, reducerea proporției de apă, îmbunătățirea aromei și culorii. Aceste modificări sînt

Scanned with OKEN Scanner

condiționate de caracteristicile materiei prime, conținutul în apă al tutunului, temperatura etc.

Obținerea vinului, prin fermentarea mustului de strugure, constituie un proces biochimic clasic și bine cunoscut, în care cea mai mare parte din zahăr este transformat în alcool și bioxid de carbon, odată cu celelalte modificări ale însușirilor senzoriale.

Fabricarea spirtului și, mai ales fabricarea din materii prime amidonoase, constituie un proces biochimic complex (v. 6.15).

Conservarea peștelui prin sărare, în care are loc așa numita maturare a peștelui, se caracterizează prin modificarea compoziției și a însușirilor senzoriale, datorată enzimelor care se găsesc în carnea peștelui și celor secretate de microorganismele care se dezvoltă în saramură. Factorii care influențează acest proces sînt: temperatura, concentrația sării, cantitatea de sare folosită, *p*H-ul etc.

În industria alimentară mai există și alte procese biochimice, din care o parte vor fi amintite în capitolul următor, însoțite de aplicații ale operării evolutive.

Scanned with OKEN Scanner

6.
Operarea evolutivă specială și aplicațiile ei în industria ALIMENTARĂ

Pentru aplicarea cu eficacitate a metodei EVOP cunoașterea proceselor de bază din industria alimentară este necesară dar nu suficientă. Specialiștii care folosesc această metodă trebuie să cunoască în amănunt caracteristicile proceselor tehnologice din subramură, factorii care influențează procesele respective precum și obiectivele ce pot fi urmărite. Astfel principiile evaporării, deși sînt aceleași, caracteristicile proceselor tehnologice care folosesc acest proces și obiectivele urmărite sînt diferite în cazul fabricării pastei de tomate față de situația fabricării supelor concentrate, a sucurilor de fructe concentrate sau a laptelui concentrat.

În acest capitol se vor prezenta pe principalele subramuri ale industriei alimentare caracteristicile proceselor tehnologice specifice fabricării unor produse, factorii care influențează aceste procese și care eventual pot fi luați în studiu precum și obiectivele care pot fi urmărite. Și în acest caz descrierea nu este limitativă avînd de multe ori un caracter exemplificativ. Această prezentare este însoțită deseori de aplicații practice care au darul să demonstreze aplicabilitatea și posibilitățile de extindere a metodei EVOP.

6.1. INDUSTRIA CĂRNII

Caracteristicile proceselor tehnologice din industria cărnii, factorii de influențare a acestora și principalele obiective care pot fi preluate într-un experiment EVOP sînt următoarele:

6.1.1. TĂIEREA ANIMALELOR

Principalele operații sînt:

Asomarea animalelor. Se poate efectua prin mai multe metode:

— asomarea cu ajutorul narcoticelor;

— electroasomarea;

Scanned with OKEN Scanner

— asomarea cu CO_2;
— asomarea cu pistolul;
— asomarea prin înțeparea bulbului.

Sîngerarea. Efectuată în condiții corespunzătoare influențează asupra calității cărnii, asupra aspectelor igienice și prezintă în același timp avantaje economice. Modul de asomare influențează și el asupra sîngerării.

Jupuirea. Felul cum se execută această operație condiționează aspectul carcasei, randamentele de carne și grăsime precum și calitatea pieilor.

Opărirea și depilarea. Calitatea și randamentul acestei operații depind în special de factorii temperatură și durată.

Eviscerarea și despicarea. Prima operație se execută manual și constă în scoaterea organelor și viscerelor din cavitățile toracică și abdominală. Despicarea se efectuează mecanic cu ajutorul fierăstraielor electrice.

6.1.2. PRELUCRAREA SUBPRODUSELOR ȘI DEȘEURILOR

Subprodusele comestibile se pretează într-o sumă de prelucrări industriale și culinare.

Modul de prelucrare, parametrii proceselor termice (temperatură și durată) și alți factori pot constitui scheme EVOP pe baza cărora să se realizeze unele îmbunătățiri ale operațiilor de prelucrare a subproduselor comestibile.

Prelucrarea intestinelor. Și la această operație factori cum ar fi concentrația în saramură și cantitatea de saramură (la conservarea prin sărare) sau temperatura și durata de uscare (la prelucrarea prin uscare) pot sta la baza unor experimente EVOP.

Valorificarea sîngelui. Dat fiind posibilitățile multiple de prelucrare a sîngelui, fiecare operație și produs pot forma obiecte de studiu, prin analiza factorilor de influență respectivi. Astfel:

— La stabilizarea sîngelui, concentrația și cantitatea substanțelor chimice folosite.
— La defibrinarea sîngelui, modul de agitare, durata de agitare etc.
— La prepararea plasmei sanguine, turația (rot/min), modul de folosire a anticoagulantului, modul de răcire, temperatura (°C) etc.
— La uscarea sîngelui, metoda de uscare, parametrii procesului termic (temperatură, durată) etc.

6.1.3. CONSERVAREA CĂRNII PRIN FRIG

Prelucrarea și conservarea cărnii prin frig se poate afectua prin două moduri:
— refrigerarea;
— congelarea.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii care influențează acest proces sînt: metoda folosită, temperatura, durata, modul de așezare a cărnii, umiditatea relativă, viteza de circulație a aerului etc.

Decongelarea cărnii constituie la rîndul ei un proces complex, care condiționează calitatea cărnii și care depinde de temperatură, viteza de circulație a aerului, umiditatea relativă etc.

6.1.4. CONSERVAREA CĂRNII PRIN SĂRARE

În urma dizolvării sării în sucul de carne, presiunea osmotică crește, fapt ce contribuie la acțiunea de deshidratare. Datorită dereglării metabolismului celulelor microbiene și a acțiunii deshidratante asupra cărnii, bacteriile nu mai au aceleași condiții de viață.

În industria cărnii se folosește, în multe procese și pentru multe produse, conservarea prin sărare.

Ca metode se utilizează:

— sărarea uscată;
— sărarea umedă;
— sărarea mixtă;
— sărarea prin injectare.

Procesul sărării este influențat de temperatură, durata sărării, conținutul de sare, concentrația sării etc.

6.1.5. TEHNOLOGIA PREPARATELOR DIN CARNE

Prin preparate de carne (mezeluri) se înțeleg produsele fabricate din carne tocată cu amestec de sărare și condimente, introduse în membrane și supuse unui proces termic (fierbere și afumare).

Există peste 200 de sortimente care diferă prin rețetele și (sau) tehnologiile folosite.

În cele ce urmează se prezintă cîteva procese caracteristice preparatelor de carne.

6.1.5.1. PREPARAREA BRATULUI

Bratul este o pastă de carne folosită la prepararea mezelurilor și care are rol atît ca parte componentă a rețetei, cît și ca legătură a compoziției.

Calitatea bratului este influențată de o serie de factori: calitatea cărnii, *p*H-ul, conținutul de țesut conjunctiv, temperatura de prelucrare, adaosurile și proporțiile acestora, gradul de mărunțire, metoda de prelucrare etc.

Bratul poate fi apreciat prin cîteva caracteristici: vîscozitatea, adezivitatea, modul de alunecare și cantitatea de apă.

Există mai multe metode de preparare a bratului:

— fabricarea bratului din carne caldă;
— fabricarea bratului din carne rece;

Scanned with OKEN Scanner

— fabricarea bratului din carne zvîntată, refrigerată sau decongelată cu saramură;
— fabricarea bratului din carne maturată în carcase;
— fabricarea bratului din carne maturată ca șrot;
— fabricarea bratului din carne de pe căpățîni de vită.

6.1.5.2. PREPARAREA ȘROTULUI

Carnea de vită și porc tăiată în bucăți de 200—300 g în care se adaugă amestecul de sărare care se omogenizează, ținută apoi la o anumită temperatură pentru maturare, constituie șrotul.

Acest proces este influențat de următorii factori: capacitatea recipienților în care se așază șrotul, temperatura de depozitare, durata depozitării, amestecul de sărare folosit (proporții-cantități), mărimea bucăților de carne ș.a.

Calitatea șrotului și bratului determină calitatea preparatelor de carne pentru principalele caracteristici (aspect, gust, conținut, grăsime, sare, apă, valoare nutritivă etc.)

6.1.5.3. PREPARAREA PASTEI (COMPOZIȚIEI)

La prepararea pastei se ține seama de rețeta și tehnologia specifică fiecărui sortiment.

Componentele rețetei sînt constituite din mai multe materii prime și materiale, cum ar fi: bratul, carnea de vită, carnea de porc, slănina tare, slănina moale, piper, ienibahar, usturoi, boia de ardei dulce, coriandru, chimion, nucșoară etc. La acestea se adaugă astăzi derivatele proteice (izolatul proteic, concentratul proteic, texturatul proteic) și alți înlocuitori ai cărnii.

Acești componenți ai rețetei pot constitui tot atîția factori care aflați într-o proporție optimă să conducă la îmbunătățirea calității, randamentului etc.

6.1.5.4. UMPLEREA MEMBRANELOR

Tipul mașinii de umplut, calitatea membranelor, presiunea de umplere, vor influența modul în care se realizează operația de umplere.

6.1.5.5. PRELUCRAREA TERMICĂ

Această operație are ca scop sporirea rezistenței la păstrare prin reducerea numărului de microorganisme urmare acțiunii temperaturii și substanțelor antiseptice din fum. În același timp se asigură formarea calităților senzoriale (gust, aromă, miros) prin solubilizarea substanțelor proteice și îmbibarea cu substanțe empireomatice din fum.

Prelucrarea termică se efectuează în mai multe faze:

a) Afumarea caldă (hițuirea) cuprinde două etape:

Scanned with OKEN Scanner

— *zvîntarea membranei* are ca scop o ușoară uscare a suprafeței membranei și este influențată de factorii temperatură (45—75°C), durată (10—40 min) și umiditatea relativă (40—35%);

— *afumarea caldă* asigură realizarea parțială a condițiilor igienice și senzoriale prin procesele specifice care se produc și depinde de temperatură (75—95°C), durată (20—50 min), sistemul de afumare, natura membranei, calitatea fumului etc.

b) Fierberea desăvîrșește calitățile senzoriale și igienice. Factorii importanți sînt temperatura (75—95°C), durata de fierbere, umiditatea și procedeul de fierbere. Pe lîngă urmărirea temperaturii agentului termic (aburi, apă), este necesar controlul temperaturii din interiorul batonului care trebuie să atingă limitele de 65—70°C ce asigură distrugerea unor microorganisme.

Procedeul de fierbere în curent de aer cald ar prezenta unele avantaje constînd din calități senzoriale superioare, randament superior, scurtarea duratei de fierbere și reducerea consumului energetic. Toate aceste rezultate pot constitui obiective de urmărit într-un experiment EVOP.

c) *Răcirea* și respectiv trecerea bruscă de la o temperatură de cca 70°C la o temperatură sub 37°C are scopul de a împiedica dezvoltarea unor microorganisme care la temperaturi cuprinse între aceste limite ar avea condiții propice de dezvoltare.

Timpul de răcire și limita inferioară de temperatură vor influența asupra stării igienice a produsului și asupra aspectului (luciul membranei, evitarea zbîrcirii).

d) Afumarea rece (afumarea propriu-zisă) se aplică mezelurilor semiafumate, salamurilor de durată și afumăturilor în general. Rezultatele urmărite prin afumarea rece (aspect, gust, aromă, durabilitate etc.), depind de temperatură (15—40°C), durata (6—24 ore), umiditatea relativă (35—40%) și alți factori.

Salamurile de durată au alte condiții de lucru (temperatura: 8—12°C; durata: 3—10 zile).

6.1.5.6. USCAREA

Salamurile de durată (salamul tip Sibiu) și salamurile semiafumate de durată (de vară, Caraiman, Turist) sînt supuse unui proces de uscare.

Factorii care influențează procesul de uscare sînt:

— temperatura;
— umiditatea;
— circulația aerului;
— durata uscării.

Se va putea urmări îmbunătățirea calității, umiditatea produsului și randamentele precum și utilizarea mai bună a capacităților de producție și eventualele economii de energie.

6.1.5.7. OBIECTIVE GENERALE

Pe lîngă obiectivele urmărite pe fiecare operaţie şi menţionate mai înainte, vor putea fi luate în studiu următoarele caracteristici calitative ale preparatelor din carne:

— aspectul exterior (culoare, prezenţa grăsimii, integritatea şi suprafaţa membranei etc.);
— aspectul în secţiune (culoare, aderenţa la înveliş, uniformitatea compoziţiei etc.);
— consistenţa (elasticitatea, tăria etc.);
— gustul (plăcut, caracteristic, aprecierea prin note);
— mirosul (caracteristic, lipsă miros străin);
— aroma (specifică, plăcută, apreciere prin note);
— apa (conformitatea cu actul normativ);
— proteine;
— grăsimea (conformitatea cu actul normativ);
— clorura de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— azotiţi (în limita normelor sanitare).

Se pot urmări, concomitent sau în mod independent şi alte obiective ca: îmbunătăţirea consumurilor specifice şi randamentelor, reducerea consumurilor energetice, utilizarea mai bună a capacităţilor şi creşterea eficienţei economice.

6.1.6. TEHNOLOGIA PRODUSELOR DE TIP CATERING

Producţia industrială a produselor culinare gata preparate sau semipreparate în care mulţimea reţetelor şi adaosurilor se îmbină cu arta culinară şi metodele de preparare, conservare şi convertire oferă un cîmp larg de aplicare al operării evolutive. Numărul factorilor şi scopurilor urmărite sînt practic nelimitate. Obiectivele legate de aspect, gust şi costuri realizate se situează pe primele locuri.

Se disting următoarele grupe de produse de tip catering:

— supe şi ciorbe;
— mîncăruri;
— batoane;
— fripturi;
— soteuri şi creme de legume;
— produse din cartofi;
— sosuri;
— creme desert cu lapte şi umpluturi din fructe;
— preparate din aluat şi altele.

Fiecare din această grupă reprezintă o gamă largă de sortimente, iar cu ocazia pregătirii pentru consum se pot realiza noi variante prin combinare sau adaos de noi componente. Astfel de pildă sosurile şi cremele permit realizarea unui număr foarte mare de sortimente.

Scanned with OKEN Scanner

6.1.7. TEHNOLOGIA CONSERVELOR

Conservele din carne reprezintă produsele obținute prin sterilizare cu ajutorul căldurii în ambalaje închise ermetic. În această grupă se cuprind conservele din carne, conserve mixte, pateuri și paste, conserve pentru copii, conserve dietetice etc.

Pregătirea materiei prime și componentele rețetei pot constitui variabilele unui studiu EVOP prin care să se urmărească aspectul, gustul, aroma, costurile etc.

Referindu-ne la operația de sterilizare, rezultatele care se obțin sînt condiționate de:

— calitatea și compoziția materiei prime;
— pH-ul produsului;
— cantitatea și proporția componentelor și a unor adaosuri (sare, condimente etc.);
— felul recipientului (material, formă, dimensiune);
— metoda de sterilizare (starea de repaus sau mișcare a recipientului);
— presiunea (interiorul și exteriorul recipientului);
— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— răcirea.

La conservele sterile va trebui asigurată distrugerea totală a formelor vegetative, a sporilor bacterieni, absența toxinelor și inactivizarea enzimelor, iar la conservele sterile industrial lipsa microorganismelor patogene sau toxinogene. La acestea din urmă se poate tolera prezența sporilor bacteriilor nepatogene.

Semiconservele pasteurizate trebuie să fie lipsite de spori și formele vegetative ale bacteriilor patogene sau toxinogene. Ele au o conservabilitate limitată și trebuie păstrate la o temperatură de 2—7°C.

Ca obiective generale ale conservelor din carne se pot cita:

— aspectul suprafeței și a conținutului;
— culoare (specifică sortimentului respectiv);
— consistența (la conserve din carne fibrele musculare să nu fie distruse, la pateuri masa fină, omogenă etc.);
— gust (specific sortimentului, aprecierea prin note);
— miros (specific sortimentului, aprecierea prin note);
— aromă (specifică sortimentului, aprecierea prin note);
— conținut în carne (conformitatea cu actul normativ);
— grăsime (conformitatea cu actul normativ);
— conținut în alte componente (în special pentru conservele mixte);
— clorura de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— starea bacteriologică (în limita normelor sanitare);
— conținut în NH_3 (în limita normelor sanitare).

Și aici se pot fixa obiective privind îmbunătățirea randamentelor și consumurilor specifice, reducerea consumurilor energetice, folosirea mai bună a capacităților și reducerea costurilor.

Scanned with OKEN Scanner

6.1.8. APLICAȚII

Destule aplicații ale metodei EVOP au fost făcute în diverse sectoare ale industriei cărnii în care s-au obținut rezultate satisfăcătoare. Se vor prezenta cîteva din acestea.

Aplicația 1. Îmbunătățirea calității sortimentului mușchi țigănesc. Mușchiul țigănesc constituie o specialitate din gama sortimentală a preparatelor de carne la care se folosesc ca materii prime mușchii dorsali și ceafa de porc.

Studiul EVOP s-a fixat asupra operației de conservare. Mușchiul și ceafa nedetașate, fasonate și răcite se injectează cu saramură de cca 13—15°Bé în proporții de 7—10% din greutatea acestora. S-a urmărit modul cum modificarea factorilor: concentrația saramurii (°Bé) și cantitatea de saramură (%) influențează asupra principalelor caracteristici calitative.

Aprecierea produsului s-a făcut prin metoda punctajului utilizîndu-se următoarea notare:

Aspect exterior:	maximum 10 puncte.
Aspect pe secțiune:	maximum 15 puncte.
Culoarea:	maximum 20 puncte.
Suculența:	maximum 15 puncte.
Gust:	maximum 20 puncte.
Miros:	maximum 10 puncte.
Menținerea culorii după secționare:	maximum 10 puncte.
Total:	maximum 100 puncte.

Procesul curent se desfășura în limita următorilor parametri:
— concentrația saramurii 14°Bé;
— cantitatea de saramură, 8%.

Luîndu-se de bază datele din procesul obișnuit s-a elaborat programul de lucru potrivit fig. 40.

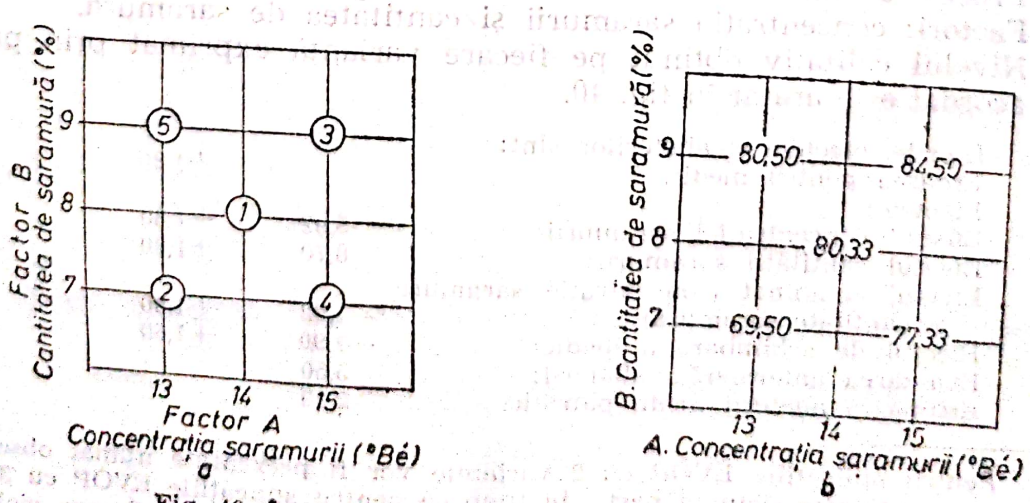


Fig. 40. Îmbunătățirea calității mușchiului țigănesc:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (punctaj).

Conform schemei din fig. 40 s-au obținut următoarele variante de lucru:

Varianta	Factor A Concentrația saramurii (°Bé)	Factor B Cantitatea de saramură (%)
1	14	8
2	13	7
3	15	9
4	15	7
5	13	9

Avînd fixate condițiile de lucru ale experimentului s-a trecut la efectuarea acestuia. Observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 69[1].

Tabelul 69

Observațiile făcute în procesul de conservare — mușchi țigănesc — (punctaj)

$\sigma = 5{,}5$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	79	70	82	78	81	$n=4$	82	69	83	79	79
$n=2$	80	68	84	81	83	$n=5$	81	71	87	75	82
$n=3$	77	72	85	76	80	$n=6$	83	67	86	75	78

După executarea a 6 cicluri s-a putut observa că în una din variante (varianta 3) se obțin în mod constant rezultate mai bune. În această variantă s-a lucrat în următoarele condiții:

— concentrația saramurii, 15°Bé;

— cantitatea de saramură, 9%.

Concluziile aplicației 1 pot fi prezentate schematic astfel:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: îmbunătățirea calității.

Proces: conservare;

Factori: concentrația saramurii și cantitatea de saramură.

Nivelul calitativ obținut pe fiecare variantă exprimat prin punctajul acordat este arătat în fig. 40.

Erorile, efectele și abaterilor sînt:		
Eroarea pentru medii:		$\pm 1{,}80$
Efectele:		
Efectul concentrației saramurii:	$-5{,}92$	$\pm 1{,}80$
Efectul cantității saramurii:	$8{,}70$	$\pm 1{,}80$
Efectul combinat (concentrație saramură × cantitate saramură)	$-1{,}92$	$\pm 1{,}80$
Efectul de schimbare a mediei	$-1{,}90$	$\pm 1{,}60$
Evaluarea anterioară a abaterii:	$5{,}50$	
Estimarea abaterii medii patratice:	$2{,}19$	

[1] Pentru aplicațiile EVOP cu 2 variabile vor fi prezentate numai observațiile făcute pe fiecare ciclu în parte, în timp ce pentru aplicațiile EVOP cu 3 variabile se va arăta modul în care s-au completat formularele pe fiecare ciclu și bloc, dat fiind gradul sporit de dificultate al acestora din urmă.

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre varianta cea mai bună și procesul curent este: 84,50—80,33=4,17. Divizînd 4,17 prin estimarea abaterii patratice se obține:

$$\frac{4.17}{2,19} = 1,90$$

ceea ce confirmă rezultatele pozitive obținute, respectiv îmbunătățirea calității produsului prin modificarea celor doi factori și descoperirea unor condiții de lucru superioare.

Aplicația 2. Reducerea duratei de maturare a șrotului. Șrotul constituie un semifabricat de bază în industria preparatelor de carne și se prepară din carne de vită și porc tăiată în bucăți de 200—300 g, cărora li se adaugă amestecul de sărare. Astfel pregătit și așezat în tăvi sau recipienți, șrotul se trece la maturare în frigorifer, la temperatura de cca 3—5°C, unde se ține 24—36 ore.

Factorii care influențează procesul de maturare sînt: temperatura, proporția amestecului de sărare și dimensiunea bucăților de carne tăiate.

În acest experiment s-au luat în studiu proporția amestecului de sărare și temperatura de depozitare.

S-a elaborat programul de lucru pe baza schemei prezentate în fig. 41.

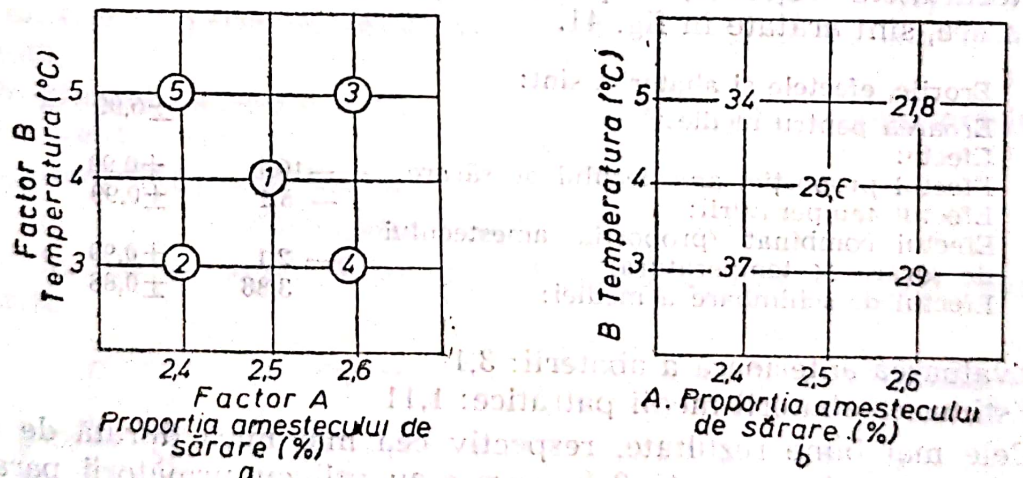


Fig. 41. Reducerea duratei de maturare a șrotului:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (ore).

Potrivit schemei din fig. 41 au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Proporția amestecului de sărare (%)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	2,5	4
2	2,4	3
3	2,6	5
4	2,6	3
5	2,4	5

Conform acestui program de lucru s-au efectuat 5 cicluri ale căror observaţii sînt prezentate în tabelul 70, urmărindu-se durata de maturare exprimată în ore.

Tabelul 70

Observaţiile făcute în procesul de maturarea şrotului (durata de maturare — ore —)

$\sigma=3,1$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	26	38	21	28	34	$n=4$	25	35	20	29	33
$n=2$	24	36	23	27	32	$n=5$	26	37	23	31	35
$n=3$	27	39	22	30	36						

Concluziile acestui experiment sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: reducerea duratei de maturare

Proces: maturarea şrotului

Factori: proporţia amestecului de sărare şi temperatura de depozitare.

Rezultatele obţinute, respectiv durata medie de maturare exprimată în ore, sînt arătate în fig. 41.

Erorile, efectele şi abaterile sînt:

Eroarea pentru medie:		$\pm 0,99$
Efecte:		
Efectul proporţiei amestecului de sărare:	$-10,1$	$\pm 0,99$
Efectul temperaturii:	$-5,1$	$\pm 0,99$
Efectul combinat (proporţia amestecului de sărare × temperatura):	$-2,1$	$\pm 0,99$
Efectul de schimbare a mediei:	3,88	$\pm 0,88$

Evaluarea anterioară a abaterii: 3,1

Estimarea abaterii medii patratice: 1,11

Cele mai bune rezultate, respectiv cea mai mică durată de maturare s-a realizat în varianta 3 în care s-au utilizat următorii parametri ai factorilor luaţi în studiu:

— proporţia amestecului de sărare: 2,6%;

— temperatura de depozitare: 5°C.

Diferenţa dintre procesul curent (25,6 ore) şi varianta 3 (21,8 ore) este de 3,8 ore ceea ce trebuie considerat satisfăcător.

Continuarea experimentului cu o eventuală fază a doua, respectiv cu o nouă modificare a parametrilor sau introducerea unui al treilea factor (dimensiunea bucăţilor de carne), ar putea conduce la rezultate mai complete, atît din punct de vedere a duratei de maturare cît şi a calităţii semifabricatului.

Scanned with OKEN Scanner

Aplicaţia 3. Fierberea preparatelor de carne şi îmbunătăţirea calităţii acestora. Două sînt scopurile care se urmăresc prin fierberea preparatelor de carne şi anume asigurarea calităţii igienice (condiţiilor microbiologice) şi desăvîrşirea însuşirilor senzoriale. Printr-un experiment EVOP s-au urmărit aceste scopuri şi modul cum evoluează în raport de modificarea celor doi factori de bază: temperatura de fierbere şi durata de fierbere.

Aprecierea preparatelor de carne s-a făcut prin metoda punctajului, acordîndu-se pe fiecare caracteristică în parte următoarele notări maxime:

Încărcătura microbiană (număr germeni)	30 puncte
Gust:	20 puncte
Miros:	10 puncte
Aspect exterior:	10 puncte
Aspect în secţiune:	15 puncte
Consistenţa:	15 puncte
Total: maximum	100 puncte

Pentru încărcătura microbiană s-a întocmit o scară în care pe măsură ce numărul de germeni este mai mic, numărul de puncte acordate este mai mare. Astfel 0 puncte corespunde cu valoarea ce depăşeşte numărul maxim de germeni admis, situaţia în care produsul este exclus de la consum.

Programul de lucru a fost elaborat pornind de la parametrii procesului curent:

— temperatura de fierbere, 74°C;

— durata de fierbere, 95 minute.

În fig. 42 se prezintă schema de lucru cu factorii respectivi uşor modificaţi.

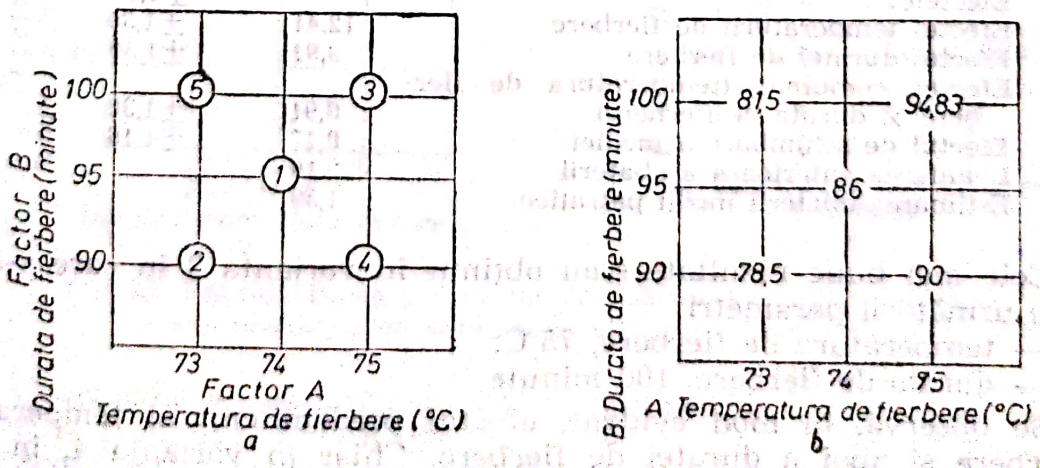


Fig. 42. Îmbunătăţirea calităţii preparatelor de carne în procesul de fierbere:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (puncte).

Potrivit schemei din fig. 42 au rezultat următoarele variante de lucru:

Varianta	*Factor A* Temperatura de fierbere (°C)	*Factor B* Durata de fierbere (minute)
1	74	95
2	73	90
3	75	100
4	75	90
5	73	100

Pe baza acestui program s-au efectuat un număr de 6 cicluri. Observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 71.

Tabelul 71

Observațiile făcute la fierberea preparatelor de carne (puncte)

$\sigma = 2{,}10$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	85	80	95	90	82	$n=4$	86	77	94	91	80
$n=2$	88	78	93	88	79	$n=5$	84	79	97	89	81
$n=3$	87	81	96	92	84	$n=6$	86	76	94	90	83

Concluziile aplicației 3 sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$;

Scop: îmbunătățirea calității; proces: fierbere;

Factori: temperatura de fierbere și durata de fierbere.

Rezultatele ultimului ciclu reprezentînd notele medii obținute pe fiecare variantă în parte sînt arătate în fig. 42.

Erorile, efectele și abaterile sînt:

Eroarea pentru medii:

Efectele:		$\pm 1{,}30$
Efectul temperaturii de fierbere	12,41	$\pm 1{,}30$
Efectul duratei de fierbere	3,91	$\pm 1{,}30$
Efectul combinat (temperatura de fierbere × durata de fierbere)	0,91	$\pm 1{,}30$
Efectul de schimbare a mediei	0,17	$\pm 1{,}16$
Evaluarea anterioară a abaterii	2,10	
Estimarea abaterii medii patratice	1,59	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat cu următorii parametri:

— temperatura de fierbere, 75°C;

— durata de fierbere, 100 minute.

Se observă, în mod evident, efectul predominant al temperaturii de fierbere și apoi a duratei de fierbere. Chiar în varianta 4, în care durata de fierbere a fost mai mică, s-au obținut rezultate superioare procesului curent datorită temperaturii superioare (75°C).

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre rezultatul variantei cele mai bune și procesul curent este: 94,83—86=8,83. Divizînd 8,83 prin estimarea abaterii (1,59) se obține 5,55 ceea ce confirmă, de asemenea, rezultatele bune realizate.

Aplicația 4. Îmbunătățirea procesului de opărire-depilare a porcilor. Procedeul care se aplică pentru îndepărtarea părului de porc este opărirea iar operația se execută în bazine special amenajate în care apa se aduce la temperatura dorită. Factorii care influențează acest proces sînt: temperatura de opărire, durata de opărire, rasa de porci etc.

Prin aplicația efectuată s-a urmărit descoperirea acelor parametri ai factorilor: temperatura de opărire și durata de opărire, în care să se obțină o cantitate mai mare de păr.

Schema pe baza căreia s-au elaborat variantele de lucru este prezentată în fig. 43. Potrivit schemei din fig. 43 au rezultat următoarele variante de lucru:

Varianta	*Factor A* Durata tratamentului (minute)	*Factor B* Temperatura de opărire (°C)
1	4	62
2	3	61
3	5	63
4	5	61
5	3	63

În acest experiment, zilnic, s-a aplicat una din variante urmărindu-se cantitatea de păr rezultată în varianta și ziua respectivă.

S-au efectuat un număr de 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 72.

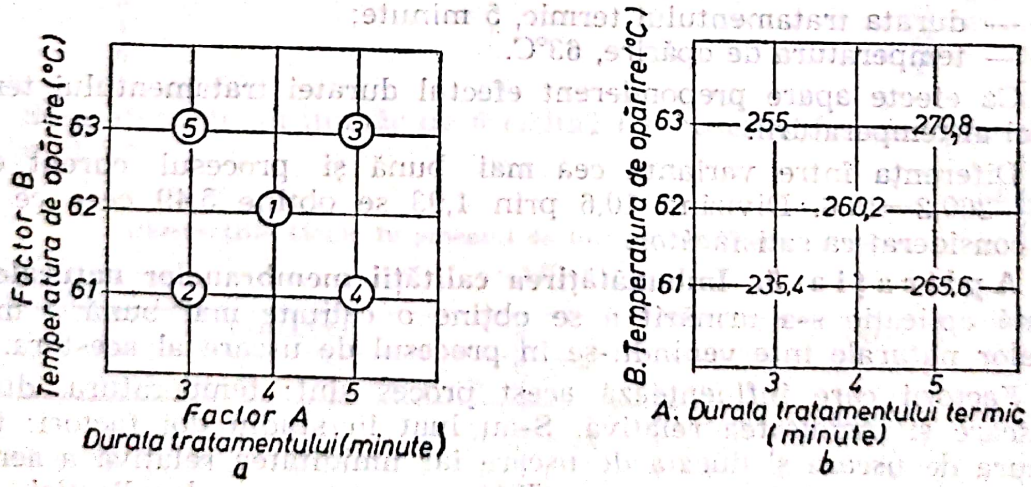


Fig. 43. Îmbunătățirea procesului de opărire-depilare a porcilor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (kg).

Concluziile acestei aplicații sînt următoarele:
Faza I; ultimul ciclu $n=5$;
Scop: obținerea unei cantități de păr, mai mari;
Proces: opărire-depilare;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 72

Observațiile făcute în procesul de opărire-depilare porci (kg păr)

$\sigma = 4{,}1$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	262	237	272	265	257	$n=4$	261	232	273	264	253
$n=2$	260	240	270	268	255	$n=5$	260	233	271	265	254
$n=3$	258	235	268	266	256						

Factori: durata tratamentului și temperatura de opărire.

Rezultatele obținute pe fiecare variantă în parte, respectiv cantitatea de păr depilată, sînt prezentate în fig. 43. Celelalte rezultate exprimate în cifre și informații sintetice sînt:

Eroarea pentru medii		$\pm 1{,}71$
Efectele:		
Efectul duratei tratamentului	23	$\pm 1{,}71$
Efectul temperaturii de opărire	12,4	$\pm 1{,}71$
Efectul combinat (durata tratamentului × temperatura de opărire)	—7,2	$\pm 1{,}71$
Efectul de schimbare a mediei	—2,8	$\pm 1{,}54$
Evaluarea anterioară a abaterii	4,1	
Estimarea abaterii medii patratice	1,93	

Cele mai bune rezultate s-au realizat în varianta 3 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— durata tratamentului termic, 5 minute;
— temperatura de opărire, 63°C.

Ca efecte apare preponderent efectul duratei tratamentului termic și apoi al temperaturii.

Diferența între varianta cea mai bună și procesul curent este: 270,8—260,2=10,6. Divizînd 10,6 prin 1,93 se obține 5,49 ceea ce trebuie considerat ca satisfăcător.

Aplicația 5. Îmbunătățirea calității membranelor naturale. În această aplicație s-a urmărit a se obține o calitate mai bună a membranelor naturale intervenindu-se în procesul de uscare al acestora.

Factorii care influențează acest proces sînt: temperatura, durata de uscare și umiditatea relativă. S-au luat în studiu doi factori: temperatura de uscare și durata de uscare iar umiditatea relativă a aerului s-a căutat a se menține constantă (70%) pe tot parcursul aplicației.

Aprecierea calității s-a făcut prin note de la 1—10 după mai multe criterii: culoarea membranelor după uscare, capacitatea de rehidratare, uniformitatea uscării etc.

Procesul curent se desfășura în următoarele condiții:

— durata de uscare, 5 1/2 ore;
— temperatura de uscare, 40°C.

Scanned with OKEN Scanner

Pornindu-se de la aceste condiţii s-a elaborat schema de lucru astfel cum se prezintă în fig. 44.

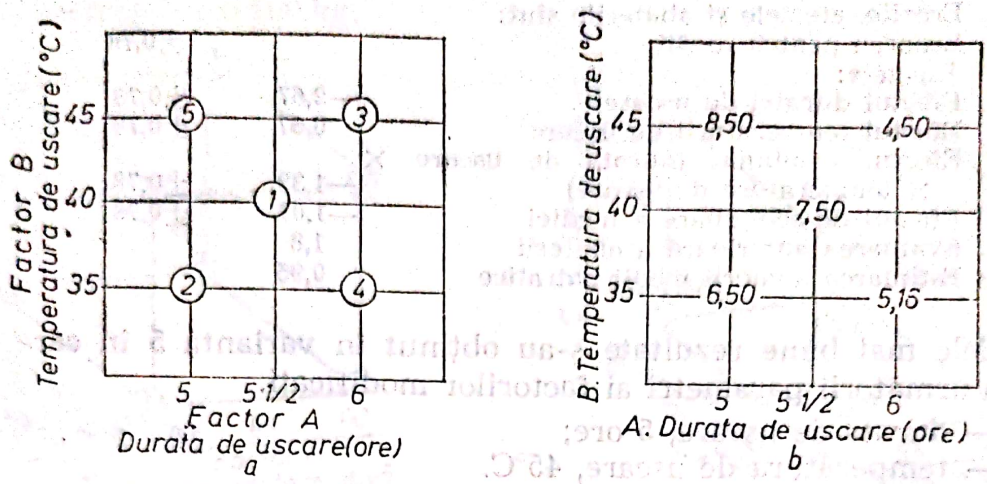


Fig. 44. Îmbunătăţirea procesului de uscare a membranelor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (note).

Potrivit schemei din figura 44 au rezultat următoarele variante de lucru:

Varianta	*Factor A* Durata de uscare (ore)	*Factor B* Temperatura de uscare (°C)
1	$5^1/_2$	40
2	5	35
3	6	45
4	6	35
5	5	45

S-au efectuat un număr de 6 cicluri iar observaţiile sînt prezentate în tabelul 73.

Tabelul 73

Observaţiile făcute în procesul de uscarea membranelor (note)

$\sigma = 1{,}8$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	8	5	3	7	9	$n=4$	9	8	4	5	9
$n=2$	6	7	5	4	8	$n=5$	7	7	5	6	8
$n=3$	7	6	6	4	8	$n=6$	8	6	4	5	9

Concluziile aplicaţiei 4 sînt următoarele:
Faza I; ultimul ciclu $n=6$;
Scop: îmbunătăţirea calităţii membranelor;
Proces: uscarea membranelor naturale;
Factori: durata de uscare şi temperatura de uscare.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatele obținute, exprimate în notele acordate în raport de criteriile calitative, sînt prezentate în fig. 44.

Erorile, efectele și abaterile sînt:		
Eroarea pentru medii		±0,78
Efectele:		
Efectul duratei de uscare	—2,67	±0,78
Efectul temperaturii de uscare	0,67	±0,78
Efectul combinat (durata de uscare × × temperatura de uscare)	—1,33	±0,78
Efectul de schimbare a mediei	—1,07	±0,78
Evaluarea anterioară a abaterii	1,8	
Estimarea abaterii medii patratice	0,95	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5 în care s-a lucrat cu următorii parametri ai factorilor modificați.

— durata de uscare, 5 ore;

— temperatura de uscare, 45°C.

Aceste rezultate justifică introducerea în procesul tehnologic a noilor parametri sau ținînd seama de efectele factorilor se pot elabora alte faze în vederea obținerii unor caracteristici calitative și mai bune.

Diferența dintre varianta cea mai bună (8,50) și procesul curent (7,50) este 1,0. Divizînd această diferență prin estimarea abaterii medii patratice, rezultă 1,05 ($\frac{1,0}{0,95}$ =1,05), ceea ce reconfirmă rezultatele satisfăcătoare obținute.

Aplicația 6. Realizarea unor scăzăminte normale la afumarea salamului de Sibiu (reducerea scăzămintelor). Factorii care influențează procesul de afumare al salamului de Sibiu sînt: temperatura, umiditatea relativă, caracteristicile produsului înainte de a începe afumarea, încărcarea în tunele pe unitatea de suprafață etc. Se consideră că pierderile normale în greutate în etapa de afumare trebuie să fie cuprinse între 10—12%. În timpul afumării se desăvîrșesc unele caracteristici: culoarea, conservabilitatea, aroma etc.

În aplicația efectuată s-a urmărit încadrarea în pierderile normale de greutate menționate precum și realizarea unor însușiri calitative superioare. S-au luat în studiu trei factori: umiditatea relativă, temperatura și încărcarea (kg). Cu ajutorul schemei din fig. 45 s-au elaborat condițiile de lucru pentru toate variantele.

Potrivit schemei din figura 45 au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Umiditatea relativă (%)	*Factor B* Temperatura (°C)	*Factor C* Încărcarea (kg)
1	80	10	4 200
2	90	12	4 200
3	90	10	6 000
4	80	12	6 000
5	80	10	6 000
6	90	12	6 000
7	90	10	4 200
8	80	12	4 200

Scanned with OKEN Scanner

Procesul curent (0) se desfășura în următoarele condiții:
— umiditatea relativă, 85%;
— temperatura, 11°C;
— încărcarea, 5 100 kg.

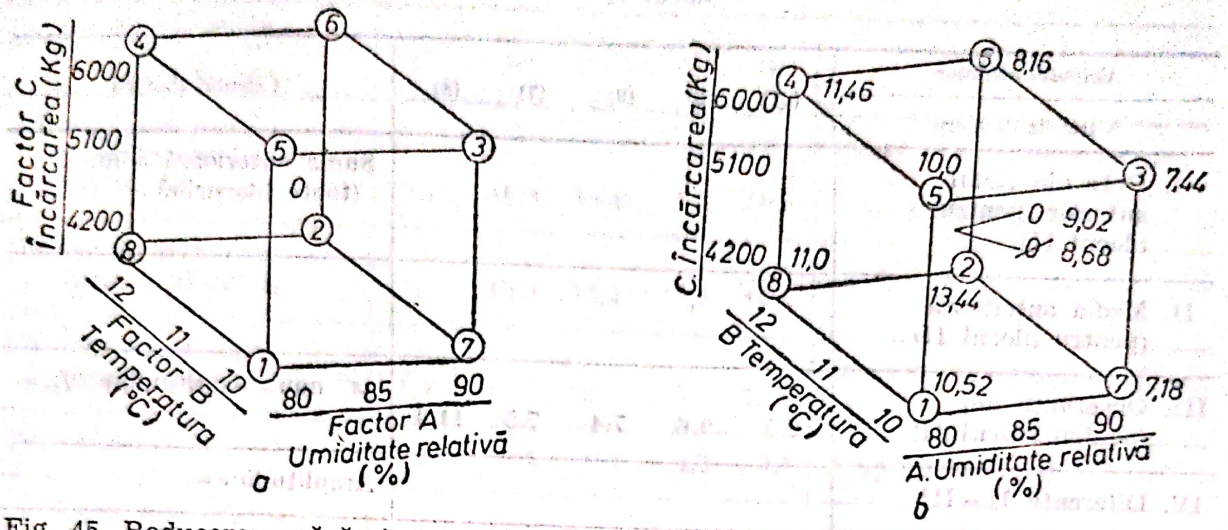


Fig. 45. Reducerea scăzămintelor în procesul de afumare a salamului de Sibiu.
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (scăzăminte, %).

Pe baza condițiilor de lucru elaborate s-au efectuat 5 cicluri a căror rezultate sînt prezentate în tabelele de la 74 la 83.

Tabelul 74

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: scăzăminte normale — Blocul I — Proces: afumare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abateri
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observații noi (pentru blocul I)	9,2	10,3	13,4	7,3	10,9	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	9,2	10,3	13,4	7,3	10,9	Suma nouă a lui $s=$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	9,2	10,3	13,4	7,3	10,9	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0,85$

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	9,3	9,6	7,4	7,5	11,4	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ =
IV. Diferenţe II − III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	9,3	9,6	7,4	7,5	11,4	Suma nouă a lui s= (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	9,3	9,6	7,4	7,5	11,4	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui s=

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1{,}65$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=2{,}1$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-1{,}85$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0{,}9$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1{,}25$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-1{,}4$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-1{,}5$

Media condiţiilor de referinţă = 9,25
Media fără condiţii de referinţă = 9,72
Media inclusiv condiţiile de referinţă = 9,63
Schimbarea mediei = 9,63 − 9,25 = 0,38

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}70$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}20$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}07$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 76

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: scăzăminte normale — Blocul I — Proces: afumare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	9.2	10,3	13,4	7,3	10,9	Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	9,2	10,3	13,4	7,3	10,9	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	8,7	10,7	13,7	7,5	11,4	„s nou“=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,3
IV. Diferenţe II—III	**0,5**	−0,4	−0,3	−0,2	**−0,5**	Amplitudine=1,0
V. Sume noi (pentru blocul I)	17,9	21	27,1	14,8	22,3	Suma nouă a lui $s=0,3$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	8,95	10,5	13,55	7,4	11,15	

Tabelul 77

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	9,3	9,6	7,4	7,5	11,4	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,3
II. Media anterioară (pentru blocul II)	9,3	9,6	7,4	7,5	11,4	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	8,5	10,5	8,6	6,7	10,6	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,6
IV. Diferenţe II—III	0,8	−0,9	**−1,2**	**0,8**	0,8	Amplitudine=2,0
V. Sume noi (pentru blocul II)	17,8	20,1	16	14,2	22	Suma nouă a lui $s=0,9$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	8,9	10,05	8	7,1	11	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui $s=0,45$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 77 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,77$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,63$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=2,05$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,45$
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-1,27$	
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1,47$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,40$
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,35$	
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-1,42$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-1,5$	

Media condiţiilor de referinţă=8,925
Media fără condiţii de referinţă=9,9
Media inclusiv condiţiile de referinţă=9,66
Schimbarea mediei=9,66−8,925=0,735

Tabelul 78

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: scăzăminte normale — Blocul I — Proces: afumare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	17,9	21	27,1	14,8	22,3	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,90
II. Media anterioară (pentru blocul I)	8,95	10,5	13,55	7,4	11,15	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	9,10	10,1	12,90	8,1	12,20	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,59
IV. Diferenţe II−III	−0,15	0,4	**0,65**	−0,7	**−1,05**	Amplitudine=1,7
V. Sume noi (pentru blocul I)	27	31,1	40	22,9	34,5	Suma nouă a lui s=1,49 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	9	10,36	13,33	7,63	11,5	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 79

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	17,8	20,1	16	14,2	22	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=1,49
II. Media anterioară (pentru blocul II)	8,9	10,05	8,0	7,1	11,0	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	7,9	11,00	9,1	7,2	11,2	„s“ nou=amplitudine$\times f_{sn}$= =0,74
IV. Diferenţe II—III	**1,0**	−0,95	**−1,1**	−0,1	−0,2	Amplitudine=2,10
V. Sume noi (pentru blocul II)	25,7	31,1	25,1	21,4	33,2	Suma nouă a lui s=2,23 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	8,56	10,36	8,36	7,13	11,06	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=0,56

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,70$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=2,19$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-1,01$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1,27$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,23$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-1,26$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-1,48$

Media condiţiilor de referinţă=8,78
Media fără condiţii de referinţă=9,96
Media inclusiv condiţiile de referinţă=9,73
Schimbarea mediei=9,73−8,78=0,95

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,64$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,46$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,41$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 80

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: scăzăminte normale — Blocul I — Proces: afumare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	27	31,1	40	22,9	34,5	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=2,23
II. Media anterioară (pentru blocul I)	9	10,36	13,33	7,63	11,5	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	8,8	10,40	13,10	6,90	11,3	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,28
IV. Diferenţe II – III	0,2	**—0,04**	0,23	**0,73**	0,2	Amplitudine=0,77
V. Sume noi (pentru blocul I)	35,8	41,5	53,10	29,80	45,8	Suma nouă a lui s=2,51 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	8,95	10,37	13,27	7,45	11,45	

Tabelul 81

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	25,7	31,1	25,1	21,4	33,2	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=2,51
II. Media anterioară (pentru blocul II)	8,56	10,36	8,36	7,13	11,06	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	8,80	9,50	7,80	7,40	10,80	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,42
IV. Diferenţe II—III	—0,24	**0,86**	0,56	**—0,27**	0,26	Amplitudine=1,13
V. Sume noi (pentru blocul II)	34,5	40,6	32,9	28,8	44,0	Suma nouă a lui s=2,93 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	8,62	10,15	8,22	7,20	11	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui s=0,50

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 81 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,71$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,50$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=2,19$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-1,14$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,35$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{4}{1}(y_7+y_8+y_3+y_4)=2,04$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,26$	Pentru schimbarea mediei $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,31$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-1,16$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-1,49$	
Media condițiilor de referință=8,785 Media fără condiții de referință=9,89 Media inclusiv condițiile de referință=9,67 Schimbarea mediei=9,67−8,785=0,885	

Tabelul 82

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=5$ — Data
Scop: scăzăminte normale — Blocul I — Proces: afumare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	35,8	41,5	53,10	29,80	45,80	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=2,93
II. Media anterioară (pentru blocul I)	8,95	10,37	13,27	7,45	11,45	
III. Observații noi (pentru blocul I)	9,30	11,10	14,10	7,40	11,50	„s" nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,33
IV. Diferențe II−III	−0,35	−0,73	**−0,83**	**0,05**	−0,05	Amplitudine=0,88
V. Sume noi (pentru blocul I)	45,1	52,6	67,2	37,2	57,3	Suma nouă a lui s=3,26 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	9,02	10,52	13,44	7,44	11,46	

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=5$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	34,5	40,6	32,9	28,8	44,0	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=3,26
II. Media anterioară (pentru blocul II)	8,62	10,15	8,22	7,20	11	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	8,90	9,40	7,90	7,10	11	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,39
IV. Diferenţe II—III	**—0,28**	**0,75**	0,32	0,10	0	Amplitudine=1,03
V. Sume noi (pentru blocul II)	43,4	50	40,8	35,9	55	Suma nouă a lui s=3,65 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	8,68	10,0	8,16	7,18	11	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=0,44

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,69$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=2,23$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-1,27$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1,26$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,24$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-1,14$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-1,63$

Media condiţiilor de referinţă=8,85
Media fără condiţii de referinţă=9,90
Media inclusiv condiţiile de referinţă=9,69
Schimbarea mediei=9,69—8,85=0,84

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,39$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,28$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,25$

Scanned with OKEN Scanner

Concluziile acestui experiment sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop: încadrarea în scăzămintele normale și îmbunătățirea calității;

Proces: afumarea salamului de Sibiu;

Factori: umiditatea relativă (%), temperatura (°C) și încărcarea (kg). S-a urmărit încadrarea în scăzăminte normale de 10—12% condiții în care caracteristicile calitative sînt corespunzătoare. Rezultatele obținute exprimate în scăzăminte medii sînt ilustrate în fig. 45.

Efectele, erorile și abaterile sînt:		
Eroarea pentru medii		±0,39
Efecte:		
Efectul umidității relative (*A*)	—1,69	±0,28
Efectul temperaturii (*B*)	2,23	±0,28
Efectul încărcării (*C*)	—1,27	±0,28
Efectul combinat (umiditate relativă × × temperatura)	1,26	±0,28
Efectul combinat (umiditate relativă × × încărcarea)	—1,24	±0,28
Efectul combinat (temperatura × încărcarea)	—1,14	±0,28
Efectul combinat (umiditatea relativă × × temperatura × încărcarea)	—1,63	±0,28
Schimbarea mediei	0,84	±0,25
Evaluarea anterioară a abaterii	0,85	
Estimarea abaterii medii patratice	0,44	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 1 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— umiditatea relativă, 80%;

— temperatura, 10°C;

— încărcarea, 4 200 kg.

La selectarea celei mai bune variante s-a ținut seama de încadrarea în scăzămintele normale și realizarea celei mai bune cracteristici de calitate. Rezultate apropiate s-au obținut în variantele 4 și 8 încadrîndu-se și acestea în scăzămintele normale, chiar dacă se iau în considerație erorile limită pentru medii (±0,39).

Diferența dintre varianta cea mai bună și procesul curent (media condițiilor de referință) este: 10,52—8,85=1,67. Divizînd 1,67 prin estimarea abaterii medii patratice (0,44) se obține 3,79, valoare ce confirmă rezultatele realizate.

6.2. INDUSTRIA LAPTELUI

Caracteristicile principalelor procese tehnologice din industria laptelui, factorii de influență și obiectivele ce se pot urmări sînt prezentate în cele ce urmează.

Scanned with OKEN Scanner

6.2.1. PROCEDEELE TERMICE

Procedeele termice au ca scop distrugerea microorganismelor din lapte cu ajutorul căldurii.

În raport de nivelul temperaturii folosite şi respectiv formele de microorganisme distruse se distinge operaţia de pasteurizare şi operaţia de sterilizare a laptelui. Se pot menţiona următoarele regimuri de pasteurizare:

— pasteurizarea la o temperatură de minimum 63°C timp de minimum 30 minute;
— pasteurizarea la o temperatură de 72°C timp de 15 secunde;
— pasteurizarea instantanee la o temperatură de 75°C, urmată de o răcire bruscă sub 10°.

Sterilizarea se efectuează la temperaturi peste 107°C, de la instantaneu pînă la 30 minute. Procedeele moderne prevăd aşa-numita sterilizare UHT la o temperatură între 145 şi 150°C, timp de cîteva secunde.

Rezultatele obţinute în operaţia de pasteurizare sau sterilizare sînt influenţate de:

— procedeul termic folosit;
— temperatură;
— durată;
— încărcătura microbiană a materiei prime.

Obiectivele urmărite prin procedeele termice se vor putea referi la:
— numărul de germeni totali (în limitele normelor sanitare);
— prezenţa bacteriilor coliforme (în limitele normelor sanitare);
— gustul (caracteristic, apreciere prin note);
— culoarea;
— valoarea nutritivă;
— consumuri energetice.

6.2.2. FABRICAREA IAURTULUI

Procesul tehnologic de fabricare a iaurtului şi calitatea produsului sînt influenţate de:

— calitatea materiei prime;
— temperatura de pasteurizare (85—95°C);
— durata pasteurizării (20—30 min);
— proporţia unor adaosuri: clorură de calciu (10—15 g/100 l lapte), lapte praf (2—3%);
— conţinutul de substanţă uscată (15,5—16%);
— modul de omogenizare;
— temperatura de răcire (45—48°C);
— temperatura de însămînţare (45—48°C);
— proporţia de cultură (1—3%);
— aciditatea maielei (°T);
— temperatura de termostatare (42—46°C);
— durata de termostatare (maximum 3 ore);

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura de prerăcire (20°C) și de răcire propriu-zisă (3—4°C);
— timpul de menținere în frigorifer (cca 12 ore).

Ca rezultat final al procesului tehnologic se vor putea fixa unul sau mai multe din următoarele obiective:
— consistența (gradul de întărire al coagulului și fenomenul de sinereză);
— gustul (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— aroma (specifică, aprecierea prin note);
— aciditatea (90—125°T);
— *p*H-ul (4,2—4,6);
— raportul între *Lactobacilus bulgaricus* și *Streptococcus termophilus* (1 : 15);
— valoarea nutritivă;
— culoare (conformitatea cu actul normativ);
— încărcătura microbiană (în limitele normelor sanitare).

De asemenea, se pot urmări consumurile specifice, utilizarea capacităților, consumurile energetice, reducerea costurilor etc.

6.2.3. FABRICAREA LAPTELUI ACIDOFIL

Se pot enumera următorii factori care influențează procesul de fabricare a laptelui acidofil:
— calitatea materiei prime;
— temperatura de pasteurizare (85—90°C);
— timpul de pasteurizare (10—15 min);
— răcirea laptelui (circa 42°C);
— proporția de culturi însămînțată (1,5—5%);
— temperatura de termostatare (37—40°C);
— timpul de fermentare (5—8 ore);
— răcirea laptelui acidofil (circa 20°C);
— depozitarea produsului (10—14°C).

Rezultatele care se urmăresc se pot referi la gust, aromă, miros, culoare, aciditate, încărcătura microbiană, valoare nutritivă etc.

6.2.4. FABRICAREA UNTULUI

Fabricarea untului cuprinde o serie de operații premergătoare baterii untului care constituie operația de bază.

Smîntînirea laptelui se realizează pe cale centrifugală și este influențată de factorii:
— debitul de lapte;
— calitatea laptelui;
— temperatura laptelui;
— tipul de separator.

Pasteurizarea laptelui depinde de temperatura și durata de pasteurizare.

Scanned with OKEN Scanner

Maturarea fizică constă în răcirea smîntînii și menținerea la temperatura scăzută un anumit timp, deci factorii importanți vor fi: temperatura de maturare și durata maturării.

Maturarea biochimică are scopul să formeze o aromă specifică și să îmbunătățească randamentul în unt. Aroma este conferită de o substanță denumită diacetil. Un conținut cuprins între 0,5 și 1,5 mg/kg diacetil asigură o aromă bună. Maturarea biochimică este condiționată de factorii:

— proporția de maia de bacterii lactice adăugată;
— temperatura de fermentare.

Baterea smîntînii depinde de următorii factori:

— conținutul în grăsime al smîntînii;
— aciditatea;
— temperatura de batere;
— construcția putineiului;
— viteza de rotire;
— gradul de umplere al putineiului.

Spălarea untului are scopul să îndepărteze zara care conține substanțe proteice, lactoză, acid lactic, săruri și microorganisme și depinde de: calitatea apei, proporția de apă adăugată, temperatura apei de spălare și modul de spălare.

Malaxarea untului se efectuează pentru a asigura legarea bobului de unt într-o masă compactă, a repartiza uniform apa și pentru a regla conținutul de apă în limitele cerute de actele normative. Această operație este influențată de forța de malaxare și metoda de malaxare.

Conținutul de apă din unt este influențat, la rîndul său, de următorii factori: temperatura smîntînii, temperatura de batere, mărimea bobului, temperatura și cantitatea apei de spălare, temperatura și modul de malaxare.

Obiective generale:

Se pot urmări următoarele obiective legate de caracteristicile untului:

— aspect exterior (luciu, mat etc.);
— aspect în secțiune (lipsa picăturilor de apă, golurilor de aer);
— culoarea (nuanța produsului: galben-pal, alb-gălbui etc.);
— consistența (proprietăți reologice);
— repartizarea apei;
— miros (caracteristic produsului fără mirosuri străine);
— gust (caracteristic, apreciere prin note);
— aromă (caracteristic produsului, apreciere prin note);
— conținut grăsime (conformitatea cu actele normative);
— conținut apă (conformitatea cu actele normative);
— aciditate (conformitatea cu actele normative);
— bacterii coliforme (absente);
— mucegaiuri (în limita prevederilor sanitare);
— drojdii (în limita prevederilor sanitare).

Alte obiective se pot referi la costuri, utilizarea capacităților etc.

Scanned with OKEN Scanner

6.2.5. FABRICAREA BRÎNZETURILOR

Tehnologia de fabricaţie a brînzeturilor cuprinde următoarele operaţii principale:

Maturarea laptelui are ca scop înmulţirea bacteriilor lactice, mărirea acidităţii laptelui şi modificarea proprietăţilor proteinelor pentru a le conferi o capacitate sporită de hidratare. Pentru a se obţine aceste rezultate se efectuează adaosul de culturi.

Cantitatea de culturi care se adaugă depinde de:

— sortimentul de brînză care se fabrică;
— temperatura de maturare;
— aciditatea laptelui;
— momentul cînd se adaugă cultura.

Coagularea laptelui constituie operaţia specifică preparării brînzeturilor iar cazeina din lapte are un rol principal în această operaţie.

Factorii care influenţează acţiunea fermentului chimozină (cheag) sînt:

— compoziţia laptelui;
— temperatura (30—48°C);
— încălzirea laptelui (poate distruge enzima şi îngreuna închegarea);
— aciditatea laptelui (viteza de închegare creşte în raport de sporirea acidităţii laptelui);
— prezenţa ionilor de calciu (se adaugă eventual săruri solubile de calciu);
— omogenizarea laptelui;
— răcirea laptelui.

Prelucrarea coagulului are de scop eliminarea zerului în cantităţi ce variază în raport cu sortimentul ce se fabrică.

Eliminarea zerului depinde de:

— aciditatea coagulului;
— modul de mărunţire la tăiere;
— temperatura.

La unele sortimente (caşcavalul de Dobrogea şi altele) se efectuează spălarea bobului de caş în vederea prevenirii supraacidulării. Factorii de care trebuie să se ţină seama la această operaţie sînt:

— cantitatea de apă în raport de produs;
— aciditatea produsului;
— temperatura apei.

Punerea în forme şi respectiv metoda introducerii în forme este diferită în raport cu sortimentul de brînză ce se fabrică.

Presarea brînzeturilor are scopul de a elimina surplusul de zer şi de a asigura condiţiile necesare maturării care, de asemenea, diferă în raport cu sortimentul. Eliminarea zerului este facilitată de microorganismele lactice care se dezvoltă şi care descompun lactoza.

Presarea este influenţată de următorii factori:

— temperatura sălii de presare (20—25°C funcţie de sortiment);
— *p*H-ul produsului (4,8—5,2);

Scanned with OKEN Scanner

— presiunea (presarea este progresivă; în faza finală forța de presare este cuprinsă între 0,5 și 25 kg/kg brînză supusă presării).

Sărarea brînzeturilor. Majoritatea brînzeturilor se consumă sub formă sărată. Printre scopurile urmărite prin sărare se pot menționa:

— conferirea unui gust plăcut;
— eliminarea surplusului de zer;
— stăvilirea acțiunii microorganismelor;
— influențarea activității unor enzime care ajută procesul de maturare a brînzeturilor.

Există o relație directă între umiditate și proporția de sare în sensul că la o umiditate ridicată sporește și cantitatea de sare ce se adaugă.

Trebuie să se țină seama că sărarea este însoțită de o scădere în greutate a brînzei, datorită echilibrului care se stabilește între sarea care pătrunde în interiorul brînzei și zerul care iese în afară.

Cantitatea de sare, concentrația saramurii, temperatura la care se face sărarea brînzeturilor, metoda de sărare, pot constitui variabile care să formeze obiectul unor studii și experimente EVOP.

Maturarea brînzeturilor reprezintă un proces biochimic complex care asigură formarea gustului, mirosului și aromei specifice fiecărui sortiment.

În timpul maturării au loc o serie de modificări, cum ar fi: transformarea lactozei, reducerea umidității, descompunerea parțială a grăsimilor, creșterea pH-ului brînzei, transformarea substanțelor proteice, proteoliza cazeinei etc.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— temperatura;
— umiditatea brînzei;
— conținutul în grăsime;
— *p*H-ul;
— durata de maturare;
— umiditatea din sălile de maturare;
— calitatea cheagului și cantitatea adăugată.

Mai contribuie compoziția chimică a produsului și alți factori.

Gradul de maturare se poate măsura prin cantitatea de N solubil raportată la N total. Acest indicator al maturității poate varia între 0 și 80%, respectiv de la cașul proaspăt pînă la brînzeturile cu un grad avansat de maturare.

Depozitarea brînzeturilor. Procesele biochimice sînt continuate într-o formă lentă și în timpul depozitării.

Factorii cei mai importanți sînt temperatura, umiditatea relativă a aerului și durata depozitării.

Obiective generale:

Ca obiective generale în procesul de fabricare a brînzeturilor se pot urmări următoarele caracteristici:

— gustul (specific sortimentului, apreciere prin note);
— aroma (specifică sortimentului, apreciere prin note);
— mirosul (specific sortimentului, fără miros străin);
— aspectul exterior (aprecieri în raport de sortiment);

Scanned with OKEN Scanner

— aspectul în secțiune (aprecieri în raport de sortiment);
— consistența (uniformitatea și conformitatea cu actul normativ);
— culoarea (precizarea nuanței și conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— grăsimea (conformitatea cu actul normativ);
— substanța uscată (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea — grade Thörner (conformitatea cu actul normativ);
— clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— încărcătura microbiană (în limita prevederilor sanitare).

Ca și la celelalte produse se pot urmări consumurile specifice, reducerea costurilor etc.

6.2.6. FABRICAREA BRÎNZETURILOR TOPITE

Brînzeturile topite sînt produse sub formă de pastă obținute prin transformarea cu ajutorul căldurii, a brînzeturilor cu pastă tare și intermediară.

Variabilele care pot fi luate în studiu în procesul de fabricare a brînzeturilor topite sînt:
— felul și proporția agenților emulgatori;
— felul și proporția adaosurilor;
— temperatura tratamentului termic;
— durata tratamentului termic.

De menționat numărul mare al substanțelor ce pot fi folosite ca agenți emulgatori sau ca aditivi.

Se pot urmări obiective ca:
— aspect exterior (uniformitatea și conformitatea cu actul normativ);
— aspect interior (omogenitatea, lipsă găuri de fermentare etc.);
— culoare (precizarea nuanței și aprecierea acesteia);
— consistența (elastică sau moale în raport de sortiment);
— gust (caracteristic sortimentului și aprecierea acestuia);
— miros (caracteristic sortimentului și aprecierea acestuia);
— aromă (caracteristic sortimentului și aprecierea acesteia);
— conținut grăsime (conformitatea cu actul normativ);
— substanță uscată (conformitatea cu actul normativ);
— starea microbiologică (încadrarea în normele sanitare);
— îmbunătățirea consumurilor specifice, energetice, reducerea costurilor etc.

6.2.7. FABRICAREA LAPTELUI PRAF

Laptele praf se obține prin eliminarea aproape în totalitate a conținutului de apă din lapte (cca 96% substanță uscată), fapt ce îi conferă o conservabilitate îndelungată (circa 8 luni).

În linii mari scopul urmărit este de a menține proprietățile inițiale ale laptelui iar produsul obținut să se dizolve în apă ușor și complet (grad ridicat de solubilitate).

Scanned with OKEN Scanner

Factorii mai importanți, referindu-ne la partea finală a procesului, sînt:

— conținutul în substanță uscată al laptelui concentrat ce se introduce în instalațiile de uscare (30—50%);
— viteza de alimentare cu lapte concentrat;
— tipul dispozitivului de pulverizare;
— temperatura aerului de uscare la intrare;
— temperatura aerului de uscare la ieșire;
— sistemul de circulare a aerului.

Scopurile ce se pot urmări printr-un studiu EVOP se pot referi la unul sau mai multe din următoarele obiective:

— aspect (finețe, omogenitate);
— structura fizică a particulelor de lapte;
— greutatea volumetrică (0,5—0,8 g/ml);
— culoarea (precizarea nuanței, omogenitatea);
— gustul laptelui reconstituit (caracteristic și aprecierea acestuia);
— mirosul laptelui reconstituit (caracteristic și aprecierea acestuia);
— solubilitatea în apă (minimum 98%);
— grăsimea (minimum 25%);
— umiditatea (maximum 4%);
— aciditatea laptelui reconstituit (14 . . . 20 grade Thörner);
— caracteristici microbiologice (încadrarea în normele sanitare);
— randament;
— cost de producție;
— consum energie;
— utilizarea mai bună a capacităților de producție.

6.2.8. FABRICAREA ÎNGHEȚATEI

Înghețata este un produs obținut prin congelare care are în compoziție produse lactate și alte adaosuri.

Factorii care pot fi luați în studiu într-un proces de fabricare a înghețatei sînt:

— proporția produselor lactate folosite în rețetă (lapte, smîntînă, lapte praf etc.);
— proporția de zaharuri (zaharoză, glucoză, zaharină etc.);
— cantitatea de substanțe stabilizatoare folosite (0,5—1%);
— cantitatea de substanțe emulgatoare utilizate (0,1—0,2%);
— proporția diferitelor adaosuri (esențe, cacao, cremogenate de fructe sau sucuri de fructe etc.);
— temperatura și timpul de pasteurizare;
— conținutul în grăsimi al amestecului;
— presiunea de omogenizare;
— temperatura de maturare;
— durata maturării;
— temperatura de călire;
— durata călirii.

Scanned with OKEN Scanner

Obiectivele care se pot fixa sînt următoarele:
— gustul (caracteristic sortimentului și aprecierea acestuia);
— aroma (caracteristic sortimentului și aprecierea acesteia);
— culoarea (precizarea nuanței și aprecierea acesteia);
— consistența;
— conținut în zahăr (conformitatea cu actul normativ);
— valoarea nutritivă;
— costurile de producție;
— capacitatea de producție;
— consumuri specifice;
— consumuri energetice.

6.2.9. APLICAȚII

În continuare se prezintă cîteva aplicații ale metodei EVOP în industria laptelui.

Aplicația 7. Îmbunătățirea calității iaurtului. Dintre caracteristicile calitative ale iaurtului consumatorii apreciază în mod deosebit tăria coagulului și aciditatea produsului finit. În această aplicație s-a urmărit modul cum variază aceste însușiri în raport de modificarea factorilor care au fost luați în studiu.

La 6.2.2. au fost menționați factorii care influențează procesul tehnologic de fabricare a iaurtului. Au fost selectați următorii trei factori:
— temperatura de termostatare (°C);
— cantitatea de maia folosită la însămînțare (%);
— aciditatea maielei de producție folosită la însămînțare (°T).

Pornind de la parametrii procesului curent au fost elaborate cu ajutorul schemei din fig. 46 condițiile de lucru ale variantelor proiectate.

Potrivit schemei din fig. 46 s-au obținut următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Temperatura de termostatare (°C)	*Factor B* Cantitate maia (%)	*Factor C* Aciditatea maielei (°T)
1	42	1	110
2	46	3	110
3	46	1	130
4	42	3	130
5	42	1	130
6	46	3	130
7	46	1	110
8	42	3	110

Procesul curent (0) se desfășura la următorii parametri:
— temperatura de termostatare, 44°C;
— cantitatea de maia, 2%;
— aciditatea maielei, 120°T.

Concomitent s-a urmărit aciditatea produsului finit și gradul de întărire al coagulului.

Scanned with OKEN Scanner

În tabelele de la 84 la 93 sînt prezentate observațiile privind aciditatea produsului finit exprimată în grade Thörner iar în tabelele de la 94 la 103 este arătat gradul de întărire al coagulului apreciat prin note de la 1 la 10.

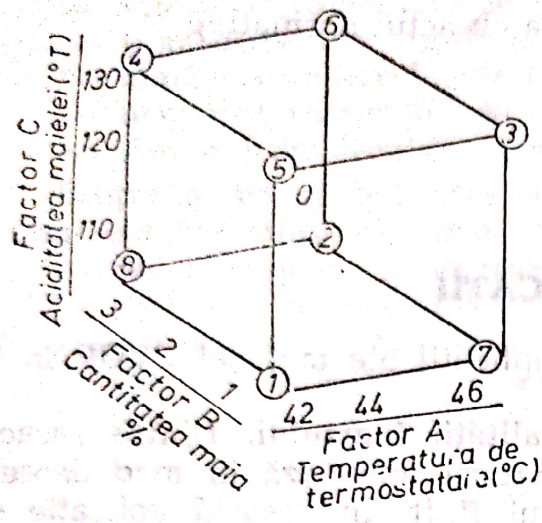


Fig. 46. Elaborarea programului de lucru în vederea îmbunătățirii calității iaurtului.

Concluziile la aplicația 7 la care s-au urmărit concomitent două obiective sînt:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop:

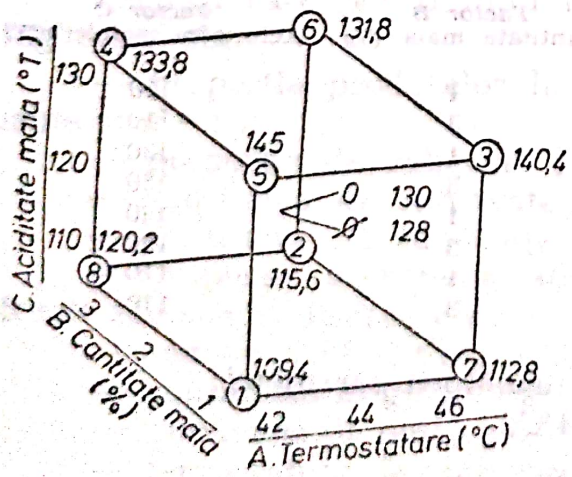
a) îmbunătățirea acidității (aciditate cuprinsă între 115—125°T);

b) îmbunătățirea gradului de tărie al coagulului;

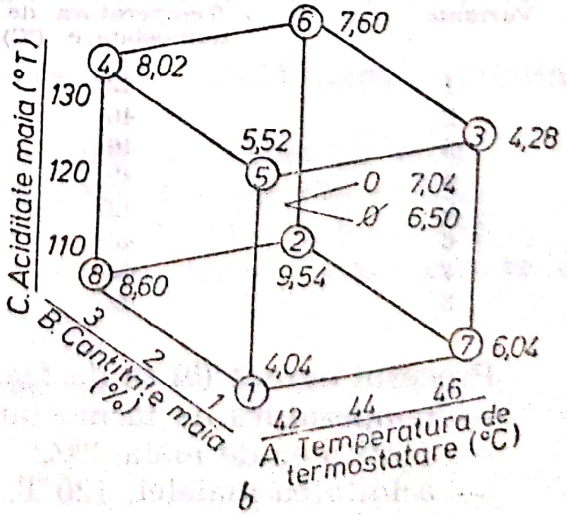
Proces: fabricarea iaurtului;

Factori: temperatura de termostatare (*A*), cantitate maia (*B*) și aciditate maia (*C*).

Rezultatele obținute, respectiv aciditatea produsului, exprimate în grade Thörner și gradul de tărie al coagulului apreciat prin note sînt reprezentate în fig. 47.



a



b

Fig. 47. Rezultatele obținute în aplicația 7:
a — aciditate (°T); *b* — grad tărie coagul (note).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 84

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: îmbunătățirea calității (aciditate) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observații noi (pentru blocul I)	132	108	118	143	136	„s" nou=amplitudine$\times f_{5n}$=
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	132	108	118	143	136	Suma nouă a lui s= (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	132	108	118	143	136	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=3{,}35$

Tabelul 85

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observații noi (pentru blocul II)	131	143	131	114	119	„s" nou=amplitudine$\times f_{5n}$=
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	131	143	131	114	119	Suma nouă a lui s= (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	131	143	131	114	119	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 85 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 6{,}70$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-1$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4{,}72$
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=23{,}5$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4{,}22$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-3$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-2{,}5$	
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-8{,}5$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0{,}5$	
Media condiţiilor de referinţă=131,5	
Media fără condiţii de referinţă=126,5	
Media inclusiv condiţiile de referinţă=127,5	
Schimbarea mediei=127,5—131,5=—4	

Tabelul 86

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data

Scop: îmbunătăţirea calităţii (aciditate) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	132	108	118	143	136	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul I)	132	108	118	143	136	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	128	112	116	137	132	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =3
IV. Diferenţe II—III	4	—4	2	6	4	Amplitudine=10
V. Sume noi (pentru blocul I)	260	220	236	280	268	Suma nouă a lui s=3 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	130	110	118	140	134	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 87

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	131	143	131	114	119	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=3
II. Media anterioară (pentru blocul II)	131	143	131	114	119	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	124	147	128	115	118	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =3,3
IV- Diferenţe II—III	7	−4	3	−1	1	Amplitudine=11
V. Sume noi (pentru blocul II)	255	290	259	229	237	Suma nouă a lui s=6,3 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	127,5	145	129,5	114,5	118,5	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=3,15

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,88$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3=)-2,37$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=21,88$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-1,12$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-3,37$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-8,37$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=1,37$

Media condiţiilor de referinţă=128,75
Media fără condiţii de referinţă=126,19
Media inclusiv condiţiile de referinţă=126,7
Schimbarea mediei=126,7−128,75=−2,05

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 6,30$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4,44$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 4,16$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 88

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: îmbunătățirea calității — Blocul I — Proces: fabricare iaurt
(aciditate)

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	260	220	236	280	268	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=6,3
II. Media anterioară (pentru blocul I)	130	110	118	140	134	
III. Observații noi (pentru blocul I)	129	111	113	139	133	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =2,1
IV. Diferențe II—III	1	**—1**	**5**	1	1	Amplitudine=6
V. Sume noi (pentru blocul I)	389	331	349	419	401	Suma nouă a lui s=8,4 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	129,66	110,33	116,33	139,66	133,66	

Tabelul 89

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	255	290	259	229	237	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=8,40
II. Media anterioară (pentru blocul II)	127,5	145	129,5	114,5	118,5	
III. Observații noi (pentru blocul II)	127	144	131	113	122	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =1,75
IV. Diferențe II—III	0,5	1	—1,5	**1,5**	**—3,5**	Amplitudine=5
V. Sume noi (pentru blocul II)	382	434	390	342	359	Suma nouă a lui s=10,15 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	127,33	144,66	130	114	119,66	Media lui $s=\frac{1}{2\,(n-1)}\times$suma nouă a lui s=2,54

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 89 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,08$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,92$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-2,25$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=21,91$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,08$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-1,41$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,85$
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-2,25$	
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-8,08$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=2,08$	
Media condiţiilor de referinţă=128,49 Media fără condiţii de referinţă=126,04 Media inclusiv condiţiile de referinţă=126,53 Schimbarea mediei=126,53−128,49=−1,96	

Tabelul 90

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: îmbunătăţirea calităţii (aciditate) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	389	331	349	419	401	Suma anterioară a lui s(toate blocurile)=10,15
II. Media anterioară (pentru blocul I)	129,66	110,33	116,33	139,66	133,66	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	131	107	114	141	135	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =1,73
IV. Diferenţe II−III	**−1,34**	**3,33**	2,33	−1,34	−1,34	Amplitudine=4,67
V. Sume noi (pentru blocul I)	520	438	463	560	536	Sumă nouă a lui s=11,88 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	130	109,5	115,75	140	134	

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	382	434	390	342	359	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=11,88
II. Media anterioară (pentru blocul II)	127,33	144,66	130	114	119,66	
III. Observații noi (pentru blocul II)	128	146	134	112	121	„s" nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =2,22
IV. Diferențe II—III	−0,67	−1,34	−4	2	−1,34	Amplitudine=6
V. Sume noi (pentru blocul II)	510	580	524	454	480	Suma nouă a lui s=14,1 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	127,5	145	131	113,5	120	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=2,40

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,06$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-1,81$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=22,81$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-1,56$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,94$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-8,19$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=2,56$

Media condițiilor de referință=128,75
Media fără condiții de referință=126,09
Media inclusiv condițiile de referință=126,62
Schimbarea mediei=126,62−128,75=−2,13

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,40$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,70$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,51$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 92

Program EVOP cu trei variabile

Faza — Ciclul $n=5$ — Data

Scop: îmbunătățirea calității (aciditate) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	520	438	463	560	536	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=14,1
II. Media anterioară (pentru blocul I)	130	109,5	115,75	140	134	
III. Observații noi (pentru blocul I)	130	109	115	142	133	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =1,14
IV. Diferențe II—III	0	0,5	0,75	−2	1	Amplitudine=3
V. Sume noi (pentru blocul I)	650	547	578	702	669	Sumă nouă a lui s=15,24 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	130	109,4	115,6	140,4	133,8	

Tabelul 93

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=5$

Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	510	580	524	454	480	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=15,24
II. Media anterioară (pentru blocul II)	127,5	145	131	113,5	120	
III. Observații noi (pentru blocul II)	130	145	135	110	121	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =2,85
IV. Diferențe II—III	−2,5	0	−4	3,5	−1	Amplitudine=7,5
V. Sume noi (pentru blocul II)	640	725	659	564	601	Suma nouă a lui s=18,09 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	128	145	131,8	112,8	120,2	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=2,17

Tabelul 93 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,95$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,93$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-1,55$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=23,25$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,37$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-1,35$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,35$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,21$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-8,35$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=2,65$	

Media condiţiilor de referinţă=129
Media fără condiţii de referinţă=126,12
Media inclusiv condiţiile de referinţă=126,7
Schimbarea mediei=126,7—129=—2,3

Tabelul 94

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: îmbunătăţirea calităţii (grad tărie coagul) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile) =
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	7,5	4,3	9,8	4,4	7,7	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$=
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	7,5	4,3	9,8	4,4	7,7	Sumă nouă a lui s= (toate blocurile)
IV. Medii noi (pentru blocul I)	7,5	4,3	9,8	4,4	7,7	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0,82$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 95

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui s (toate blocurile) =
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observații noi (pentru blocul II)	6,3	5,9	7,9	5,5	9,1	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ =
IV. Diferențe II—III						Amplitudine =
V. Sume nol (pentru blocul II)	6,3	5,9	7,9	5,5	9,1	Suma nouă a lui s = (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,3	5,9	7,9	5,5	9,1	Media lui $s = \frac{1}{2(n-1)} \times$ suma nouă a lui s =

Calculul efectelor

Efect $A = \frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4) = 0{,}15$

Efect $B = \frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3) = 3{,}6$

Efect $C = \frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2) = -0{,}7$

Efect $AB = \frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6) - \frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4) = 0{,}3$

Efect $AC = \frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6) - \frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4) = -0{,}8$

Efect $BC = \frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6) - \frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3) = -2{,}02$

Efect $ABC = \frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6) - \frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4) = 0{,}55$

Media condițiilor de referință = 6,90
Media fără condiții de referință = 6,82
Media inclusiv condițiile de referință = 6,84
Schimbarea mediei = 6,84 − 6,90 = −0,06

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm \frac{2}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 1{,}64$$

Pentru efecte noi:

$$\pm \frac{1{,}41}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 1{,}16$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm \frac{1{,}26}{\sqrt{n}} \cdot s = \pm 0{,}85$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 96

Program EVOP cu trei variabile

Faza I
Scop: îmbunătățirea calității (grad tărie coagul)

Ciclul $n=2$
Blocul I

Data
Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	7,5	4,3	9,8	4,4	7,7	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,5	4,3	9,8	4,4	7,7	
III. Observații noi (pentru blocul I)	6,5	3,7	9,2	4,7	8,2	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,45
IV. Diferențe II—III	**1,0**	0,6	0,6	−0,3	**−0,5**	Amplitudine=1,50
V. Sume noi (pentru blocul I)	14	8	19	9,1	15,9	Sumă nouă a lui s=0,45 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7	4	9,5	4,55	7,95	

Tabelul 97

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	6,3	5,9	7,9	5,5	9,1	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=0,45
II. Media anterioară (pentru blocul II)	6,3	5,9	7,9	5,5	9,1	
III. Observații noi (pentru blocul II)	6,7	5,2	8	6,4	8,2	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,54
IV. Diferențe II—III	−0,4	0,7	−0,1	**−0,9**	**0,9**	Amplitudine=1,80
V. Sume noi (pentru blocul II)	13	11,1	15,9	11,9	17,3	Sumă nouă a lui s=0,99 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,5	5,55	7,95	5,95	8,65	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui s=0,495

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 97 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=1,72$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,99$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,50$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,52$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,70$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,03$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-0,95$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,62$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,60$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,53$	
Media condiţiilor de referinţă=6,75 Media fără condiţii de referinţă=6,76 Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,76 Schimbarea mediei=6,76−6,75=0,01	

Tabelul 98

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: îmbunătăţirea calităţii (grad tărie coagul) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	14	8	19	9,10	15,90	Suma anterioară a lui $s=0,99$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7	4	9,50	4,55	7,95	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	7,3	4,2	9,70	4,20	7,80	„s“ nou=amplitudine$\times f_{3n}$= =0,23
IV. Diferenţe II−III	**−0,3**	−0,2	−0,2	**0,35**	0,15	Amplitudine=0,65
V. Sume noi (pentru blocul I)	21,3	12,2	28,70	13,30	23,70	Sumă nouă a lui $s=1,22$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,10	4,06	9,56	4,43	7,90	

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	13	11,1	15,9	11,9	17,3	Suma anterioară a lui $s=1,22$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	6,5	5,55	7,95	5,95	8,65	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	7,0	6,0	7,1	6,3	8,4	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,47$
IV. Diferenţe II– III	**−0,5**	−0,45	**0,85**	−0,35	0,25	Amplitudin 1,35
V. Sume noi (pentru blocul II)	20	17,1	23	18,2	25,7	Suma nouă a lui $s=1,69$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,66	5,7	7,66	6,06	8,56	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,42$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,38$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,36$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,64$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,007$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,13$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,64$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,51$

Media condiţiilor de referinţă = 6,88
Media fără condiţii de referinţă = 6,99
Media inclusiv condiţiile de referinţă = 6,97
Schimbarea mediei = 6,97 − 6,88 = 0,09

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,48$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,34$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,31$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 100

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: îmbunătățirea calității (grad tărie coagul) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	21,3	12,2	28,70	13,30	23,70	Suma anterioară a lui $s=1,69$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,1	4,06	9,56	4,43	7,90	
III. Observații noi (pentru blocul I)	6,8	3,90	9,40	4,00	8,30	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,31$
IV. Diferențe II — III	0,3	0,16	0,16	**0,43**	**−0,40**	Amplitudine = 0,83
V. Sume noi (pentru blocul I)	28,1	16,1	38,1	17,3	32	Suma nouă a lui $s=2,0$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,03	4,03	9,52	4,32	8,0	

Tabelul 101

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din cilcul anterior (pentru blocul II)	20	17,1	23	18,2	25,7	Suma anterioară a lui $s=2,0$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	6,66	5,7	7,66	6,06	8,56	
III. Observații noi (pentru blocul II)	6,4	5,4	7,6	5,9	8,7	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,16$
IV. Diferențe II — III	0,26	**0,3**	0,06	0,16	**−0,14**	Amplitudine = 0,44
V. Sume noi (pentru blocul II)	26,4	22,5	30,6	24,1	34,4	Suma nouă a lui $s=2,16$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,6	5,62	7,65	6,02	8,6	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,37$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 101 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,32$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,37$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,44$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{4}{1}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,64$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,26$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,03$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,14$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,23$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,59$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,50$	
Media condiţiilor de referinţă=6,82 Media fără condiţii de referinţă=6,72 Media inclusiv condiţiile de referinţă=6,74 Schimbarea mediei=6,74−6,82=−0,08	

Tabelul 102

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=5$ — Data
Scop: îmbunătăţirea calităţii (grad tărie coagul) — Blocul I — Proces: fabricare iaurt

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	28,1	16,1	38,1	17,3	32	Suma anterioară a lui $s=2,16$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	7,03	4,03	9,52	4,32	8,0	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	7,10	4,10	9,60	4,10	8,1	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,12
IV. Diferenţe II−III	−0,07	−0,07	−0,08	**0,22**	**−0,10**	Amplitudine=0,32
V. Sume noi (pentru blocul I)	35,2	20,2	47,7	21,4	40,1	Suma nouă a lui $s=2,28$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	7,04	4,04	9,54	4,28	8,02	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 103

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=5$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	26,4	22,5	30,6	24,1	34,4	Suma anterioară a lui $s=2,28$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	6,6	5,62	7,65	6,02	8,6	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	6,1	5,1	7,4	6,1	8,6	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,23$
IV. Diferenţe II—III	0,5	**0,52**	0,25	**−0,08**	0,0	Amplitudine = 0,60
V. Sume noi (pentru blocul II)	32,5	27,6	38	30,2	43	Suma nouă a lui $s=2,51$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	6,5	5,52	7,6	6,04	8,6	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,30$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,32$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,47$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,70$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-0,06$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=-1,15$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,56$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,47$

Media condiţiilor de referinţă = 6,77
Media fără condiţii de referinţă = 6,70
Media inclusiv condiţiile de referinţă = 6,72
Schimbarea mediei = 6,72 − 6,77 = −0,05

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,27$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,19$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,17$$

Scanned with OKEN Scanner

Pe cele două scopuri urmărite celelalte rezultate sînt:

	a) *îmbunătățirea acidității:*	b) *îmbunătățirea coagulului:*
Eroarea pentru medii	±1,93	±0,27
Efectele:		
Efectul temperaturii de termostatare (*A*)	—1,95±1,37	0,32±0,19
Efectul cantității de maia (*B*)	—1,55±1,37	3,47±0,19
Efectul acidității maielei (*C*)	23,25±1,37	—0,70±0,19
Efectul combinat (temperatura de termostatare × × cantitate maia)	—1,35±1,37	—0,06±0,19
Efectul combinat (temperatura de termostatare × aciditate maia)	—1,35±1,37	—1,15±0,19
Efectul combinat (cantitate maia × aciditate maia)	—8,35±1,37	—0,56±0,19
Efectul combinat (temperatura de termostatare × cantitate maia × aciditate maia)	—2,65±1,37	0,47±0,19
Efectul de schimbare a mediei	—2,30±1,21	—0,05±0,17
Evaluarea anterioară a abaterii	3,35	0,82
Estimarea abaterii medii patratice	2,17	0,30

Rezultatele cele mai bune în ce privește aciditatea s-au obținut în varianta 8 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— temperatura de termostatare, 42°C;
— cantitate maia, 3%;
— aciditate maia, 110°T.

Rezultate care se încadrează în scopul propus (aciditate 115—125°T) s-au obținut și în varianta 2.

Referitor la gradul de tărie al coagulului, cele mai bune rezultate s-au realizat în varianta 2 în care s-a lucrat cu următorii parametri ai factorilor analizați:

— temperatura de termostatare, 46°C;
— cantitate maia, 3%;
— aciditate maia, 110°T.

Rezultate apropiate s-au obținut și în varianta 8. Se poate concluziona deci că în variantele 2 și 8 se obțin cele mai bune rezultate în ce privește atît aciditatea cît și gradul de tărie al coagulului.

Diferența dintre media proceselor curente și varianta cea mai bună, privitor la aciditate, este de:

$$129—120{,}2=8{,}8$$

Divizînd 8,8 prin estimarea abaterii medii patratice (2,17) se obține 4,05.

În ce privește gradul de tărie al coagulului această diferență este de 2,77 (9,54—6,77) pe care divizînd-o prin estimarea abaterii medii patratice (0,30) se obține 9,23.

În ambele cazuri rezultă situații îmbunătățite.

Aplicația 8. Îmbunătățirea consistenței înghețatei. Structura înghețatei este conferită în bună parte de gradul de înglobare a aerului. Consistența și respectiv finețea înghețatei este rezultatul volumului realizat prin înglobare de aer. Gradul de înglobare a aerului depinde de compoziția amestecului și de procedeele de prelucrare.

Scanned with OKEN Scanner

Sporul de volum realizat prin înglobare de aer se poate determina practic, în mod simplu și se exprimă în procente astfel:

$$S_v = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100.$$

unde:

G_1 este greutatea unui volum determinat de mix;

G_2 — greutatea aceluiași volum de înghețată.

Pentru aprecierea gradului de înglobare s-a propus următorul criteriu:

— înglobare foarte bună	100—110%
— înglobare bună	90—100%
— înglobare satisfăcătoare	80—90%
— înglobare nesatisfăcătoare	<80%

Prin experimentul efectuat s-a urmărit îmbunătățirea gradului de înglobare a aerului acționîndu-se asupra factorilor: presiunea de omogenizare și timpul de maturare.

Omogenizarea are ca scop dispersarea fină a globulelor de grăsime. Diametrul globulelor de grăsime este diminuat de la 18 μ pînă la 2—4 μ. Recomandabil este ca mărimea globulelor să fie sub 2 μ.

În ce privește maturarea în acest proces substanțele proteice și stabilizatorii absorb umiditatea, formînd un gel slab elastic, care influențează asupra consistenței înghețatei.

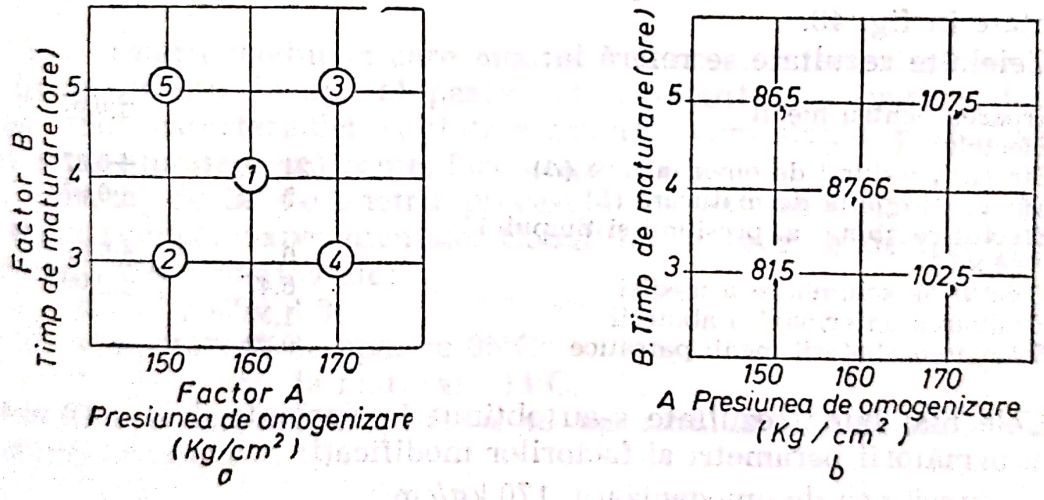


Fig. 48. Îmbunătățirea consistenței înghețatei:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (grad înglobare aer).

Programul experimental a fost proiectat pe baza schemei din fig. 48. Potrivit schemei din fig. 48 au rezultat următoarele variante de lucru:

Varianta	*Factor A* Presiunea de omogenizare (kg/cm²)	*Factor B* Timp de maturare (ore)
1	160	4
2	150	3
3	170	5
4	170	3
5	150	5

S-au efectuat un număr de 6 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 104.

Tabelul 104

Observațiile făcute la fabricarea înghețatei

(grad înglobare aer)

$\sigma=1,52$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	89	84	105	100	88
$n=2$	86	79	110	104	84
$n=3$	90	83	107	105	89
$n=4$	85	82	106	103	86
$n=5$	87	81	109	102	85
$n=6$	89	80	108	101	87

Concluziile aplicației 8 în care s-a urmărit mărirea gradului de înglobare a aerului sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: îmbunătățirea consistenței înghețatei;

Factori: presiunea de omogenizare și durata de maturare.

Rezultatele obținute, exprimate în procente de aer înglobat sînt prezentate în fig. 48.

Celelalte rezultate se referă la:

Eroarea pentru medii		±0,67
Efectele:		
Efectul presiunii de omogenizare (A)	21	±0,67
Efectul timpului de maturare (B)	5	±0,67
Efectul combinat al presiunii și timpului ($A\times B$)	0	±0,67
Efectul de schimbare a mediei	5,47	±0,59
Evaluarea anterioară a abaterii	1,52	
Estimarea abaterii medii patratice	0,82	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat cu următorii parametri ai factorilor modificați:

— presiunea de omogenizare, 170 kg/cm^2;

— durata de maturare, 5 ore.

De menționat că și în varianta 4 s-au obținut rezultate superioare procesului curent, variantă în care durata de maturare a fost redusă la 3 ore fapt ce prezintă avantaje sub aspectul utilizării capacităților de producție. Este de reținut, de asemenea, efectul deosebit al factorului A — presiunea de omogenizare.

Diferența dintre varianta cea mai bună și procesul curent este 19,84% (107,5—87,66) ceea ce confirmă o îmbunătățire sensibilă.

Aplicația 9. Eliminarea pierderilor prin deshidratare în timpul maturării caşcavalului Penteleu. Studiul prealabil care a fost efectuat a stabilit un consum specific care depășea consumul normat prevăzut la

fabricarea caşcavalului Penteleu. Pentru remedierea acestei situaţii s-au analizat factorii care influenţează operaţia de opărire şi procesul de maturare şi anume:

— *p*H-ul pastei caşului prelucrat;
— temperatura de opărire;
— temperatura de maturare.

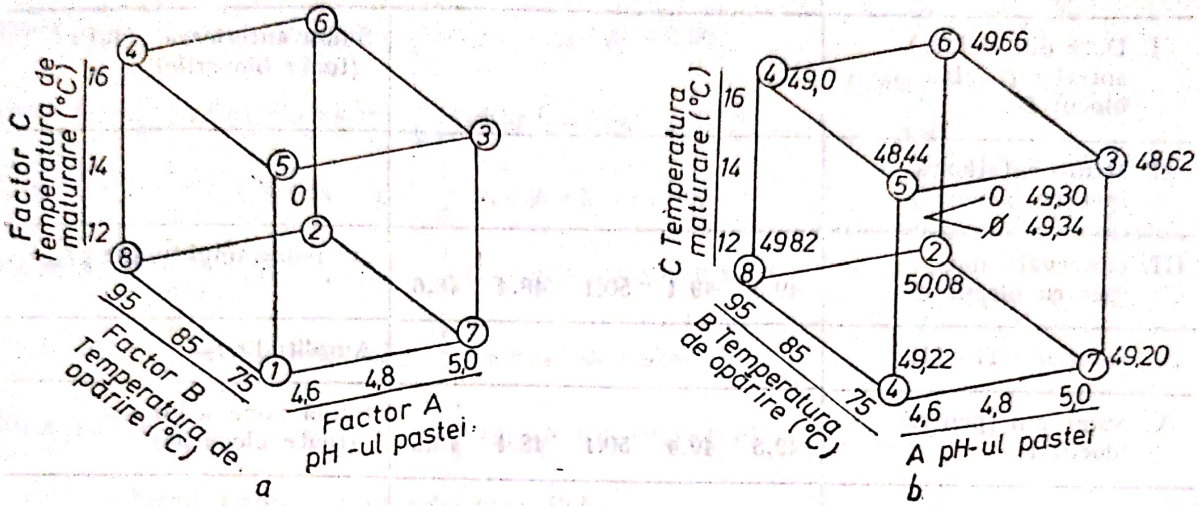


Fig. 49. Reducerea pierderilor la fabricarea caşcavalului Penteleu:
a —programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (umiditate %).

S-a urmărit modul în care modificarea acestor factori aduce schimbări în conţinutul de apă al pastei. Concomitent s-au urmărit îmbunătăţirea unor caracteristici calitative privind consistenţa pastei şi obţinerea unei suprafeţe uniforme, fără crăpături.

Pornind de la parametrii procesului curent s-au elaborat, potrivit fig. 49, variantele experimentale. Condiţiile în care se desfăşura procesul curent erau următoarele:

— *p*H-ul pastei 4,8;
— temperatura de opărire 85°C;
— temperatura de maturare 14°C.

Conform schemei din figura 49 au rezultat următoarele variante şi condiţii de lucru:

Varianta	*Factor A* pH-ul pastei	*Factor B* Temperatura de opărire °C	*Factor C* Temperatura de maturare °C
1	4,6	75	12
2	5,0	95	12
3	5,0	75	16
4	4,6	95	16
5	4,6	75	16
6	5,0	95	16
7	5,0	75	12
8	4,6	95	12

Pe baza acestora s-au efectuat 5 cicluri ale căror observaţii sînt prezentate în tabelele de la 105 la 114.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 105

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: eliminarea pierderilor — Blocul I — Proces: maturare caşcaval

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	49,5	49,4	50,1	48,4	48,6	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	49,5	49,4	50,1	48,4	48,6	Sumă nouă a lui $s=$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	49,5	49,4	50,1	48,4	48,6	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0{,}85$

Tabelul 106

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	49,6	47,8	50,0	49,3	49,8	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	49,6	47,8	50,0	49,3	49,8	Suma nouă a lui $s=$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	49,6	47,8	50,0	49,3	49,8	Media lui $s=\frac{1}{2\,(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 106 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,55$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,70$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,90$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,95$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,20$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4=0,30$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,45$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,07$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,30$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,10$	

Media condițiilor de referință=49,55
Media fără condiții de referință=49,17
Media inclusiv condițiile de referință=49,25
Schimbarea mediei=49,25−49,55=−0,30

Tabelul 107

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: eliminarea pierderilor — Blocul I — Proces: maturare caşcaval

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	49,5	49,4	50,1	48,4	48,6	Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	49,5	49,4	50,1	48,4	48,6	
III. Observații noi (pentru blocul I)	49,6	48,8	50,3	49,1	48,7	„s“ nou=amplitudine$\times f_{sn}$= =0,39
IV. Diferențe II−III	−0,1	**0,6**	−0,2	**−0,7**	−0,1	Amplitudine=1,3
V. Sume noi (pentru blocul I)	99,1	98,2	100,4	97,5	97,3	Sumă nouă a lui s=0,39 (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	49,55	49,1	50,2	48,75	48,65	

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	49,6	47,8	50,0	49,3	49,8	Suma anterioară a lui $s=0,39$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	49,6	47,8	50,0	49,3	49,8	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	49,5	48,6	49,5	48,9	50,1	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0,39$
IV. Diferenţe II—III	0,1	**−0,8**	**0,5**	0,4	−0,3	Amplitudine = 1,3
V. Sume noi (pentru blocul II)	99,1	96,4	99,5	98,2	99,9	Suma nouă a lui $s=0,78$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	49,55	48,2	49,75	49,1	49,95	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$ suma nouă a lui $s=0,39$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,47$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,85$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,75$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,20$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_6+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,35$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)-0,12$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,07$

Media condiţiilor de referinţă = 49,55
Media fără condiţii de referinţă = 49,21
Media inclusiv condiţiile de referinţă = 49,28
Schimbarea mediei = 49,28 − 49,55 = −0,27

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,55$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,39$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,35$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 109

Program EVOP cu trei variabile

Faza I
Scop: eliminarea pierderilor

Ciclul $n=3$
Blocul I

Data
Proces: maturare caşcaval

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	99,1	98,2	100,4	97,5	97,3	Suma anterioară a lui $s=0,78$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	49,55	49,1	50,2	48,75	48,65	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	48,90	49,5	50,0	48,30	49,10	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,38
IV. Diferenţe II—III	**0,65**	−0,4	0,2	0,45	**−0,45**	Amplitudine=1,10
V. Sume noi (pentru blocul I)	148	147,7	150,4	145,8	146,4	Suma nouă a lui $s=1,16$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	49,33	49,23	50,13	48,6	48,8	

Tabelul 110

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	99,1	96,4	99,5	98,2	99,9	Suma anterioară a lui $s=1,16$ (toate blocurile)
II, Media anterioară (pentru blocul II)	49,55	48,2	49,75	49,1	49,95	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	48,90	49,1	49,40	49,4	49,60	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,54
IV. Diferenţe II—III	**0,65**	**−0,9**	0,35	−0,3	0,35	Amplitudine=1,55
V. Sume noi (pentru blocul II)	148	145,5	148,9	147,6	149,5	Suma nouă a lui $s=1,70$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	49,33	48,5	49,63	49,2	49,83	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ $\times$ suma nouă a lui $s=0,43$

Scanned with OKEN Scanner

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,30$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,49$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,72$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,72$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,35$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,26$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,16$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,31$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,05$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,1$	

Media condiţiilor de referinţă=49,33
Media fără condiţii de referinţă=49,24
Media inclusiv condiţiile de referinţă=49,26
Schimbarea mediei=49,26−49,33=−0,07

Tabelul 111

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: eliminarea pierderilor — Blocul I — Proces: maturare caşcaval

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	148	147,7	150,4	145,8	146,4	Suma anterioară a lui $s=1,70$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	49,33	49,23	50,13	48,6	48,8	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	49,30	49,10	49,90	48,7	49,1	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,20
IV. Diferenţe II−III	0,03	0,13	**0,23**	−0,1	**−0,3**	Amplitudine=0,53
V. Sume noi (pentru blocul I)	197,3	196,8	200,3	194,5	195,5	Sumă nouă a lui $s=1,90$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	49,32	49,2	50,07	48,62	48,87	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 112

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	148	145,5	148,9	147,6	149,5	Suma anterioară a lui $s=1,90$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	49,33	48,5	49,63	49,2	49,83	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	49,20	48,4	49,80	49,0	49,70	„s“ nou = amplitudine $\times f_{sn}$ = $=0,14$
IV. Diferenţe II—III	0,13	0,1	**−0,17**	**0,2**	0,13	Amplitudine = 0,37
V. Sume noi (pentru blocul II)	197,2	193,9	198,7	196,6	199,2	Suma nouă a lui $s=2,04$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	49,30	48,47	49,67	49,15	49,8	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,35$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,29$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,74$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,65$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,04$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,18$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,02$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,08$

Media condiţiilor de referinţă = 49,31
Media fără condiţii de referinţă = 49,23
Media inclusiv condiţiile de referinţă = 49,25
Schimbarea mediei = 49,25 − 49,31 = −0,06

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,35$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,25$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,22$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 113

Program EVOP cu trei variabile

Faza I
Scop: eliminarea pierderilor

Ciclul $n=5$
Blocul I

Data
Proces: maturare caşcaval

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	197,3	196,8	200,3	194,5	195,5	Suma anterioară a lui $s=2,04$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	49,32	49,2	50,07	48,62	48,57	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	49,20	49,3	50,10	48,60	49,0	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,21
IV. Diferenţe II—III	**0,12**	−0,1	−0,03	0,02	**−0,43**	Amplitudine=0,55
V. Sume noi (pentru blocul I)	246,5	246,1	250,4	243,1	244,5	Sumă nouă a lui $s=2,25$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	49,3	49,22	50,08	48,62	48,9	

Tabelul 114

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=5$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	197,2	193,9	198,7	196,6	199,2	Suma anterioară a lui $s=2,25$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	49,3	48,47	49,67	49,15	49,8	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	49,5	48,30	49,60	49,10	49,9	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,14
IV. Diferenţe II—III	**−0,2**	**0,17**	0,07	0,05	−0,1	Amplitudine=0,37
V. Sume noi (pentru blocul II)	246,7	242,2	248,3	246	249,1	Suma nouă a lui $s=2,39$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	49,34	48,44	49,66	49,2	49,82	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,29$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 114 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=0,29$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,26$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,74$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,67$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,18$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,21$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,17$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,16$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,005$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,075$	
Media condițiilor de referință=49,32	
Media fără condiții de referință=49,24	
Media inclusiv condițiile de referință=49,26	
Schimbarea mediei=49,26−49,32=−0,06	

Concluziile rezultate în procesul de maturare a caşcavalului (aplicația 9) sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Proces: maturarea caşcavalului.

Scop: eliminarea pierderilor cauzate de un consum specific mare și îmbunătățirea unor caracteristici calitative.

Factori: *p*H-ul pastei, temperatura de opărire, temperatura de maturare.

Rezultatele obținute în cele 5 cicluri, sintetizate în ciclul $n=5$ și care exprimă conținutul în apă al pastei, sînt prezentate în fig. 49.

Celelalte date sintetice și informative se referă la:

Eroarea pentru medii		±0,26
Efectele:		
Efectul *p*H-ului pastei (*A*)	0,29	±0,18
Efectul temperaturii de opărire (*B*)	0,74	±0,18
Efectul temperaturii de maturare (*C*)	−0,67	±0,18
Efectul combinat al *p*H-ului și temperaturii de opărire (*A*×*B*)	0,21	±0,18
Efectul combinat al *p*H-ului și temperaturii de maturare (*A*×*C*)	0,17	±0,18
Efectul combinat al temperaturii de opărire și al temperaturii de maturare (*B*×*C*)	0,005	±0,18
Efectul combinat al *p*H-ului, temperaturii de opărire și temperaturii de maturare (*A*×*B*×*C*)	0,07	±0,18
Efectul de schimbare a mediei	−0,06	±0,16

Scanned with OKEN Scanner

De subliniat efectul pozitiv al temperaturii de opărire majorate precum și al temperaturii de maturare coborîte.

Evaluarea anterioară a abaterii: 0,85;

Estimarea abaterii medii patratice: 0,29.

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 2 în care condițiile de lucru au fost următoarele:

— *p*H-ul pastei: 5,0;
— temperatura de opărire: 95°C;
— temperatura de maturare: 12°C.

Produsul s-a încadrat în consumul specific normat iar caracteristicile calitative urmărite (consistența pastei, uniformitatea suprafeței etc.), au fost corespunzătoare.

Aplicația 10. Reducerea pierderilor de grăsime la fabricarea untului. Dat fiind faptul că la fabricarea untului în instalația de tip Contimab se înregistrau pierderi mari de grăsime în zară s-a efectuat o aplicație a operării evolutive în vederea reducerii acestora.

Au fost luați în studiu factorii: conținutul în grăsime al smîntînii destinată fabricării untului și aciditatea acesteia (°T).

Procesul curent se desfășura în următoarele condiții:
— conținut în grăsime al smîntînii 35%;
— aciditatea 40°T.

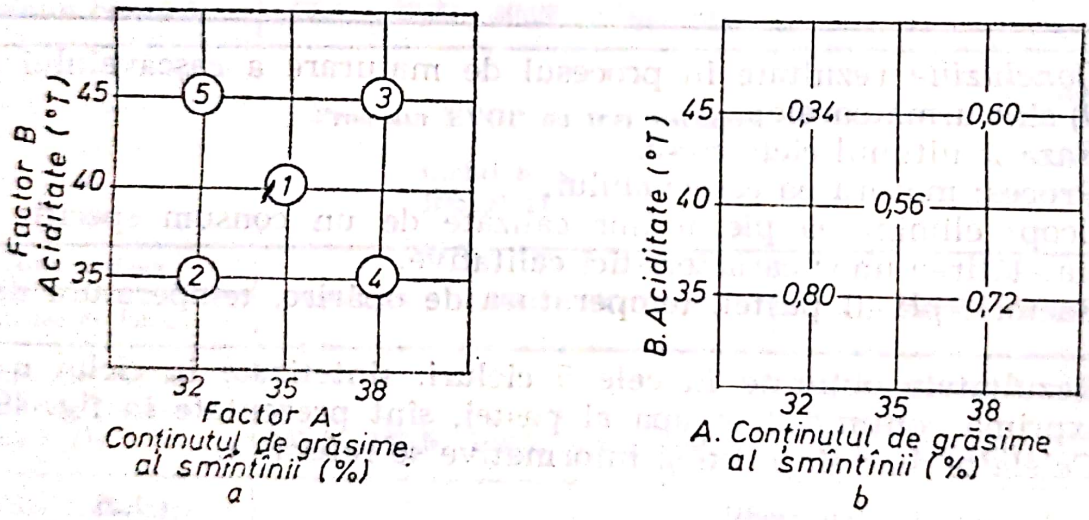


Fig. 50. Reducerea pierderilor de grăsime la fabricarea untului: *a* — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (grăsime în zare, %).

Pe baza parametrilor procesului curent s-a elaborat potrivit fig. 50 programul de lucru al experimentului EVOP. Potrivit schemei din fig. 50 au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Conținut grăsime %	*Factor B* Aciditatea °T
1	35	40
2	32	35
3	38	45
4	38	35
5	32	45

Scanned with OKEN Scanner

S-au efectuat un număr de 5 cicluri iar observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 115.

Tabelul 115

Observațiile făcute la fabricarea untului
(conținutul în grăsime al zarei — %)
$\sigma=0,35$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	0,7	1,0	0,4	0,8	0,3
$n=2$	0,4	0,6	0,7	0,6	0,2
$n=3$	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5
$n=4$	0,5	0,8	0,6	0,9	0,4
$n=5$	0,6	0,9	0,5	0,8	0,3

Datele înregistrate în rîndul „observații noi" reprezintă conținutul în grăsime al zarei.

Concluziile acestui experiment în care s-a urmărit reducerea pierderilor de grăsime (aplicația 10) sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: reducerea pierderilor de grăsime în zară.

Proces: fabricarea untului.

Factori: conținutul în grăsime al smîntînei și aciditatea.

Rezultatele care s-au obținut și care exprimă procentul de grăsime în zară sînt prezentate în fig. 50.

Celelalte date legate direct de aceste rezultate sînt:

Eroarea pentru medii		
Efecte:		±0,13
Efectul conținutului în grăsime (A)	0,09	±0,13
Efectul acidității (B)	—0,29	±0,13
Efectul combinat al conținutului în grăsime și acidității ($A\times B$)	0,17	±0,13
Efectul de schimbare a mediei	0,04	±0,12
Evaluarea anterioară a abaterii	0,35	
Estimarea abaterii medii patratice	0,15	

Modificarea lentă a factorilor prin aplicarea operării evolutive în scopul reducerii pierderilor de grăsime a fost justificată prin descoperirea unor condiții de lucru superioare și anume:

— conținutul de grăsime al smîntînei: 32%;

— aciditatea: 45°T.

Diferența dintre procesul curent și varianta în care s-au obținut rezultatele cele mai bune (varianta 5) este: 0,56—0,34=0,22.

Cunoscînd această valoare se poate calcula economia totală de grăsime și eficiența economică obținută.

Aplicația 11. Îmbunătățirea calității brînzei de vaci (reducerea acidității). Aciditatea brînzei de vaci exprimată prin grade Thörner (°T) constituie o caracteristică importantă atît pentru specialiștii din in-

dustria laptelui cît și pentru consumatori care o apreciază în complexul însușirilor gustative.

Folosind operarea evolutivă s-a urmărit modul în care modificarea factorilor: cantitatea de culturi lactice folosite și temperatura utilizată, în procesul de maturare a laptelui, influențează asupra acidității produsului.

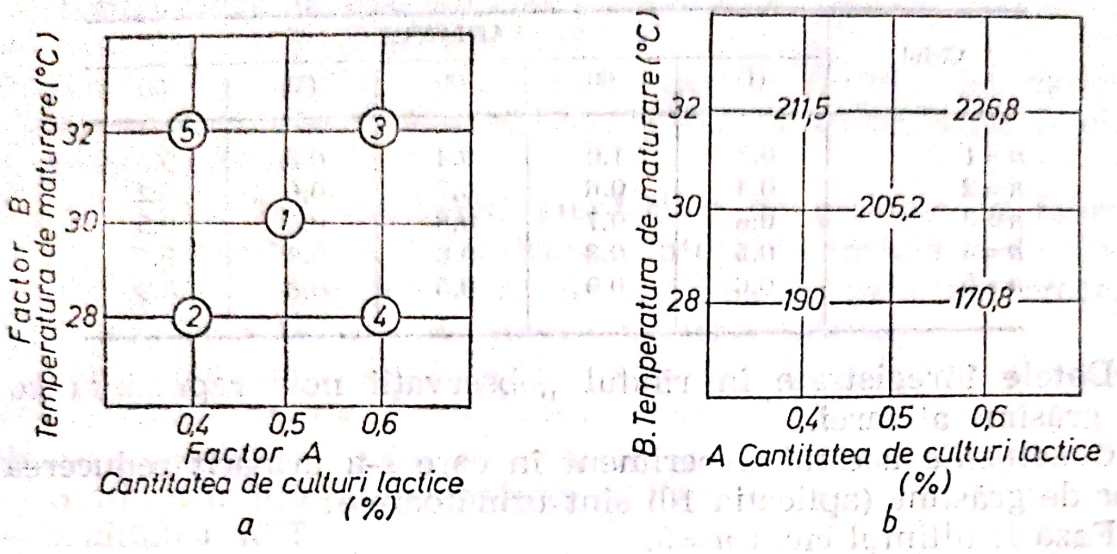


Fig. 51. Îmbunătățirea calității brînzei de vaci:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (aciditate).

Condițiile în care se desfășura procesul curent de maturare a laptelui erau următoarele:

— culturi lactice folosite: 0,5%;

— temperatura de maturare: 30°C.

Luînd în considerație aceste condiții s-au elaborat variantele de lucru ale unui program EVOP potrivit schemei din fig. 51.

Potrivit figurii 51 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Culturi lactice (%)	*Factor B* Temperatura de maturare (°C)
1	0,5	30
2	0,4	28
3	0,6	32
4	0,6	28
5	0,4	32

S-au efectuat un număr de 6 cicluri.

Observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 116.

Scopul urmărit a fost diminuarea acidității astfel că datele înregistrate exprimă grade Thörner ale produsului realizat.

Concluziile la această aplicație sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: reducerea acidității brînzei de vaci.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 116

Observaţiile făcute la fabricarea brînzei de vaci

(aciditate — °T)

$\sigma = 20,5$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	215	185	255	162	225
$n=2$	201	210	195	185	198
$n=3$	190	182	235	190	195
$n=4$	220	205	214	155	238
$n=5$	195	178	245	165	215
$n=6$	210	180	217	168	198

Proces: maturarea laptelui.

Factori: proporţia de culturi lactice folosite şi temperatura de maturare.

Rezultatele exprimate în grade Thörner sînt prezentate în fig. 51.

Celelalte date, legate de aceste rezultate se referă la:

Eroarea pentru medii		±13,3
Efecte:		
Efectul proporţiei de culturi lactice folosite (A)	—1,95	±13,3
Efectul temperaturii de maturare (B)	38,7	±13,3
Efectul combinat al proporţiei de culturi lactice şi temperatura de maturare ($A \times B$)	17,25	±13,3
Efectul de schimbare a mediei	—4,34	±11,8

Dintre efecte trebuie reţinut efectul favorabil al temperaturii de maturare mai coborîte:

Evaluarea anterioară a abaterii: 20,5.

Estimarea abaterii medii patratice: 16,2.

Cele mai bune rezultate s-au obţinut în varianta 4 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor modificaţi:

— cantitatea de culturi lactice: 0,6%;

— temperatura de maturare: 28°C.

De menţionat că şi în varianta 2 se obţin rezultate superioare procesului curent.

Diferenţa dintre procesul curent şi varianta cu cele mai bune rezultate (varianta 4) este: 205,2—170,8=34,4.

Divizînd această diferenţă prin estimarea abaterii medii patratice se obţine 2,12 ceea ce confirmă rezultatele satisfăcătoare care s-au obţinut.

Scanned with OKEN Scanner

6.3. INDUSTRIA PEȘTELUI

Industria peștelui prezintă o serie de tehnologii în care este posibilă aplicarea operării evolutive. Schemele tehnologice, factorii de influență, scopurile și rezultatele urmărite pe principalele procese sînt:

6.3.1. CONSERVAREA PEȘTELUI PRIN REFRIGERARE

Păstrarea peștelui prin refrigerare asigură conservarea acestuia pe o durată de timp cuprinsă între cîteva zile și 2 săptămîni.

Factorii care influențează conservarea peștelui prin refrigerare sînt:

— momentul în care este răcit peștele (înainte sau după apariția rigidității cadaverice);
— raportul între gheață și cantitatea peștelui (variază între limitele 1/2 și 1/1 în funcție de temperatura mediului ambiant, condițiile de transport și depozitare);
— modul cum alternează straturile de gheață cu cele de pește;
— felul cum se așază peștele;
— mărimea bucăților de gheață (bucățile mai mici de gheață măresc viteza de răcire a peștelui);
— temperatura de păstrare (0—1°C);
— umiditatea relativă a aerului (90—100%);
— încărcarea pe unitatea de suprafață a depozitului;
— durata de păstrare.

Aprecierea peștelui conservat prin refrigerare se va referi la:

— aspectul peștelui (lipsă vătămare, aprecierea aspectului);
— aspectul solzilor (luciu, fixarea, aprecierea aspectului solzilor);
— aspectul ochilor (limpezime, luciul corneei);
— aspectul bronhiilor (culoare, aprecierea aspectului bronhiilor);
— culoarea (specifică, aprecierea culorii);
— consistența cărnii (fermitate, elasticitate, modul cum este legată de oase);
— miros (specific, fără miros străin);
— costuri de producție etc.

6.3.2. CONSERVAREA PEȘTELUI PRIN CONGELARE

Conservarea peștelui prin congelare asigură păstrarea peștelui un timp îndelungat.

Factorii care influențează conservarea peștelui prin congelare sînt:

— starea de prospețime a materiei prime;
— specia de pește din punct de vedere al grăsimii (peștele slab suportă perioade de depozitare mai îndelungate);
— modul cum se pregătește peștele pentru congelare (spălare, eviscerare pentru peștele mare);
— metoda de congelare folosită (se preferă congelarea rapidă);

Scanned with OKEN Scanner

— viteza de circulaţie a aerului (4—6 m/s);
— temperatura folosită (—30 . . .—40°C);
— modul de aşezare a peştelui;
— încărcarea pe utitate de suprafaţă;
— procedeul de glasare folosit atunci cînd se practică (durata imersiei, temperatura, grosimea glazurii);
— temperatura de depozitare a peştelui congelat (—25°C);
— umiditatea relativă a aerului la depozitare;
— încărcarea pe unitatea de suprafaţă la depozitare.

Rezultatul operaţiei de congelare se apreciază prin:
— temperatura finală interioară a peştelui (—18 . . .—20°C);
— aspect exterior (culoare, rupturi ale pielii);
— aspect în secţiune (culoare, uniformitate);
— costuri de producţie, utilizarea capacităţilor, consumuri energetice etc.

6.3.3. CONSERVAREA PEŞTELUI PRIN SĂRARE

Conservarea peştelui prin sărare este metodă veche şi este larg răspîndită şi în prezent.

Conservarea peştelui prin sărare este influenţată de:
— specia de peşte şi caracteristicile acesteia;
— modul de pregătire a materiei prime (spălare, sortare, congelare pentru anumite specii, despicare, tăiere, eviscerare etc.);
— metoda de sărare folosită (sărare uscată, umedă, mixtă);
— modul de aşezare a straturilor de sare-peşte în cazul sărării uscate şi raport sare-peşte;
— concentraţia clorurii de sodiu în situaţia sărării umede (10—24%);
— durata tratamentului;
— temperatura mediului.

După conţinutul în sare al peştelui acesta se clasifică astfel:
— slab sărat (pînă la 8% ClNa);
— potrivit de sărat (8—14% ClNa);
— foarte sărat (peste 14% ClNa).

Modificările care se produc în peşte prin aplicarea procesului de sărare se datoresc maturării cînd caracteristicile peştelui crud suferă transformări legate de culoare, consistenţă, gust, miros etc. Aceste modificări se produc sub acţiunea enzimelor şi constă din hidroliza parţială a proteinelor şi grăsimilor din peşte. S-a stabilit prin unele observaţii că la speciile marine cu conţinut de grăsime mai mare procesul de maturare se desfăşoară mai bine în următoarele condiţii:
— concentraţia în sare 10—15%;
— temperatura de 8—15°C;
— *p*H-ul de 5—6.

Obiectivele care se pot urmări în cazul peştelui sărat sînt:
— aspect exterior (culoare, aspectul bronhiilor etc.);
— aspect în secţiune (culoare, uniformitate, fermitatea musculaturii etc.);

Scanned with OKEN Scanner

— gust (caracteristic, apreciere prin note);
— miros (caracteristic, lipsă miros străin);
— consistența (densă sau suculentă, apreciere prin note);
— conținut apă (maximum 55% sau conformitatea cu actul normativ);
— clorura de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— consumuri specifice, costuri de producție etc.

6.3.4. CONSERVAREA PEȘTELUI PRIN AFUMARE

Pentru conservarea peștelui prin afumare se folosesc două metode:
a) afumarea la rece;
b) afumarea la cald.

Afumarea la rece este influențată de următorii factori:

— specia de pește folosită (se recomandă speciile: băbușcă, plătică, morunași, văduviță, mreană, somn, scrumbii de Dunăre și scrumbii albastre);
— modul cum se execută sărarea prealabilă;
— despicare, tăierea și eviscerarea peștelui;
— spălarea și proporția apă-pește (3:1);
— gradul de desărare (4—8% sare);
— zvîntarea (temperatura și durata);
— metoda de afumare aplicată;
— temperatura fumului în diferite etape (exemplu: primele 12 ore 20—25°C, în continuare 30—40°C);
— durata afumării (36—72 ore în funcție de specie și greutatea peștelui).

Se vor urmări pierderile în greutate a peștelui pe toate operațiile (cca 30—45% față de greutatea materiei prime).

Afumarea la cald depinde de:

— materia primă folosită (proaspătă, refrigerată sau congelată și caracteristicile acesteia);
— modul în care se execută decongelarea pentru cazul folosirii peștelui congelat;
— felul de efectuare a operațiilor de pregătire (despicarea, spălarea, sărarea și limitele acesteia, legarea etc.);
— metoda de afumare folosită;
— temperatura de afumare pe diferitele faze (160°—180°C în primele două faze și 120°—140°C în ultima fază);
— durata tratamentului termic pe faze;
— metoda de răcire folosită.

Obiectivele care se urmăresc în procesul de afumare a peștelui sînt:
— pierderile la afumare;
— aspect exterior (lipsă sare exsudată, rupturi și leziuni în limita actului normativ, lipsă urme de sînge, viscere, aprecierea aspectului se va face prin note);

Scanned with OKEN Scanner

— culoarea (nuanța, uniformitatea, aprecierea culorii prin note);
— gust (caracteristic, apreciere prin note);
— miros (caracteristic, lipsă miros străin);
— consistența (densă, suculentă, aprecierea prin note);
— clorura de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.3.5. PREPARAREA BATOGULUI

Prin batog se înțelege fileu de morun sau nisetru sărat și afumat
Procesul de preparare a batogului este influențat de:
— caracteristicile materiei prime;
— modul de pregătire (curățire de zgîrciuri, aripioare și urme de sînge; mărimea bucăților tăiate etc.);
— procedeul de sărare folosit;
— procentul de sare folosit (circa 25%);
— timpul de sărare (16—36 ore în funcție de temperatura mediului ambiant);
— timpul de menținere în apă rece pentru desărare (60 . . .90 min);
— temperatura la care se aplică tratamentul termic (100—110°C);
— durata tratamentului termic (60—90 min);
— temperatura de afumare (30—50°C);
— durata afumării (60—90 min).
Rezultatele preparării batogului se pot aprecia prin:
— culoare (aurie, caracteristică, apreciere prin note);
— aspect exterior (uniformitate, integritate etc.);
— aspect pe secțiune (uniformitate);
— consistența (nesfărîmicioasă la tăierea în felii);
— gust (caracteristic, plăcut, apreciere prin note);
— miros (specific, fără miros străin);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

6.3.6. PREPARAREA ICRELOR NEGRE

Icrele negre sau caviar provin din speciile de pește: morun, nisetru, păstrugă, șip. Icrele negre se caracterizează prin aspectul și gustul lor deosebit precum și printr-o valoare nutritivă ridicată.

Icrele negre se prepară în următoarele sortimente: icre moi, icre moi pasteurizate și icre tescuite.

Prepararea icrelor moi este influențată de următorii factori:
— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— spălarea icrelor cu apă rece;
— concentrația sării utilizate și calitatea sării;
— timpul de tratare în soluție de sare (2—3 min pentru a avea un conținut final în sare de 2,5—4%);
— modalitatea de trecere a icrelor pe sita pentru scurgerea saramurii;

Scanned with OKEN Scanner

— proporția de sare (3—6,5%) în cazul sărării uscate și durata de sărare (circa 5 min);
— condițiile de păstrare a icrelor negre (—2 . . . +2°C).

Obiectivele care se pot urmări sînt:
— aspectul și culoarea (apreciere prin note);
— mirosul și gustul (caracteristice, aprecierea prin note);
— azot neproteic (maximum 30 mg/100 g);
— azot aminic (maximum 100 mg/100 g);
— azot volatil (maximum 25 mg/100 g);
— aciditatea (cel mult 3 mg KOH la 1 g icre);
— costuri de producție etc.

Icrele negre pasteurizate se prepară din icre proaspete sau din icrele moi astfel cum s-a arătat mai înainte. În cazul celor proaspete acestea se sărează.

Pasteurizarea depinde de:
— temperatura de pasteurizare (60—62°C);
— timpul de pasteurizare (180—200 min).

Durata de păstrare a icrelor negre pasteurizate depinde de temperatura de depozitare (3 luni în condiții obișnuite 18—25°C și 12—14 luni la 0°C).

Icrele negre tescuite se prepară cu saramură saturată și fiartă (la 40—45°C). După sărare care durează 2—3 minute icrele sînt presate și ambalate.

6.3.7. PREPARAREA ICRELOR DE APĂ DULCE

În categoria icrelor de apă dulce intră icrele de crap, icrele de știucă și icrele tarama care cuprinde un amestec de icre de alte specii.

Prepararea icrelor de apă dulce este influențată de:
— specia de pește din care provin;
— modul de extragere și de curățire;
— procedeul de sărare folosit;
— proporția de sare față de icre (circa 12,5%);
— eventualul adaos de silitră și proporția adaosului (maximum 0,15%);
— durata sărării (circa 3 zile);
— modul în care se scurge saramura;
— condiții de depozitare.

Rezultatul operației de preparare a icrelor de apă dulce se apreciază prin:
— aspect și culoare (caracteristice speciei, apreciere prin note);
— gust și miros (specifice, plăcute, apreciere prin note);
— umiditate (icre de crap 58—65% icre de știucă 60—67% icre tarama 55—60%);
— conținut de sare (icre de crap și știucă 5—8%; icre tarama 10—14% sau conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție etc.

Scanned with OKEN Scanner

6.3.8. FABRICAREA SEMICONSERVELOR DE PEȘTE

Semiconservele de pește sînt produse cu o durată de păstrare limitată și care sînt conservate cu sare, oțet sau prin alte metode. Se disting două grupe importante:

a) semiconserve de pește în oțet (marinate);
b) semiconserve de pește în ulei.

6.3.8.1. SEMICONSERVE DE PEȘTE ÎN OȚET

Semiconservele de pește în oțet au la bază folosirea acidului acetic a cărui acțiune modifică caracteristicile cărnii de pește din punct de vedere al culorii, consistenței și gustului.

Marinatele reci se pot prepara atît din pește sărat cît și din pește proaspăt.

Factorii care influențează prepararea marinatelor reci sînt:

— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— desărarea peștelui pînă la un conținut de 10% sare pentru peștele sărat;
— modul de pregătire a peștelui (eviscerare, desolzire etc.);
— frăgezirea într-o baie de oțet (6% acid acetic pentru materie primă pește sărat și 8% sare și 6% acid acetic pentru peștele proaspăt);
— temperatura de frăgezire (8—15°C);
— durata frăgezirii (2—7 zile în raport de temperatură, conținutul în grăsime al peștelui);
— raportul lichid-pește în aplicarea tratamentului de frăgezire (aproximativ 1/1);
— eventualul adaos de apă oxigenată în vederea albirii cărnii de pește (50 cm^3 apă oxigenată de 30% la 100 l baie de frăgezire);
— modul de ambalare, respectiv de așezare a peștelui frăgezit în recipienți;
— concentrația în acid acetic a lichidului de acoperire (4%);
— condițiile de depozitare și în special temperatura.

Marinatele fierte se prepară numai din pește proaspăt. Prepararea acestui sortiment depinde de:

— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— modul de pregătire (spălare, curățire de solzi, eviscerare, decapitare, filetare sau tăiere în bucăți etc.);
— spălarea într-o soluție de clorură de sodiu (1—2%);
— fierberea peștelui într-o soluție de 6% clorură de sodiu și 4% acid acetic;
— durata fierberii (5—15 min în raport de mărimea peștelui și speciei);
— temperatura pînă la care este răcit peștele după fierbere;
— compoziția soluției de acoperire (exemplu: 3% acid acetic, 4% gelatină alimentară și 3% sare);
— temperatura soluției de acoperire (circa 50—60°C);
— condițiile de depozitare și mai ales temperatura.

Scanned with OKEN Scanner

Marinate prăjite se prepară în special din heringi, scrumbii, morun, somn, nisetru, crap, șalău.

Rezultatele obținute în prepararea marinatelor prăjite sînt influențate de:

— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— modul de pregătire (spălare, curățire, eviscerare, saramurare etc.);
— modul în care se execută prăjirea și tratamentul prealabil cu făină;
— felul în care se așază în recipienți și compoziția lichidului de acoperire (exemplu: 6% sare, 5% acid acetic).

Obiectivele care se pot urmări la prepararea semiconservelor în oțet sînt:

— aspect (uniformitate, integritate etc., apreciere prin note);
— consistența (frăgezime, suculență, modul de desprindere de pe oase);
— aspectul lichidului (ușor opalescent);
— gust (caracteristic, plăcut, apreciere prin note);
— miros (plăcut, specific, apreciere prin note);
— clorură de sodiu (2,5—5% sau conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea, exprimată în acid acetic (1,5—3% sau conformitatea cu actul normativ);
— proporția de pește din greutatea netă (45—80%, funcție de tipul de produs sau conformitatea cu actul normativ);
— proporția de legume (25—35% la produsele cu adaos de legume și sos condimentat sau conformitatea cu actul normativ);
— consumuri specifice, costuri de producție, consumuri energetice etc.

6.3.8.2. SEMICONSERVE DE PEȘTE ÎN ULEI

Semiconservele de pește în ulei se prepară din pește sărat folosindu-se cu precădere heringi, sardele, stavrizi, rizeafcă, hamsii etc. Conservabilitatea peștelui este limitată la cel mult trei luni în condiții de temperatură de aproximativ 5°C.

Factorii care influențează prepararea semiconservelor de pește în ulei sînt:

— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— desărarea parțială în apă sau în oțet, 3%;
— eventuala uscare și afumare;
— curățirea și pregătirea sub formă de fileuri;
— umplerea recipienților și adaos de condimente (piper, coriandru, cuișoare etc.) și ulei vegetal rafinat.

Obiectivele care se pot fixa la prepararea semiconservelor de pește în ulei sînt:

— aspect (integritate, uniformitate, apreciere prin note);
— aspectul uleiului (limpede);
— gust (plăcut, apreciere prin note);
— miros .(specific, plăcut, fără miros străin);

Scanned with OKEN Scanner

— proporția de pește din greutatea netă (conformitatea cu actul normativ);
— caracteristici fizico-chimice (conformitatea cu actul normativ)
— consumuri specifice, costuri de producție etc.

6.3.9. FABRICAREA CONSERVELOR DE PEȘTE

Conservele de pește prin multitudinea sortimentelor realizate și prin volumul producției executate, prezintă o importanță deosebită în industria conservelor.

Factorii care influențează fabricarea conservelor de pește sînt:
— specia de pește folosită și caracteristicile acesteia;
— modul în care se efectuează pregătirea (spălarea, îndepărtarea solzilor, curățarea, eviscerarea, spălarea peștelui desfăcut, tăierea peștelui în bucăți etc.);
— concentrația soluției de sare în care se face sărarea bucăților de pește sau a peștelui neporționat (circa 20%; produsul finit va avea 1,5—2,5% sare);
— durata sărării (2—15 min, în raport de mărimea bucăților de pește și specie);
— temperatura băii de sărare (nu mai mult de 15°C);
— felul în care se execută înfăinarea pentru peștele ce se prăjește;
— metoda de prăjire folosită și condițiile prăjirii pentru peștele ce este supus acestui tratament (temperatura de prăjire și durata prăjirii);
— condițiile aburirii pentru peștele căruia i se aplică acest procedeu (temperatura 80°—110°C, durata aburirii 5—20 minute în funcție de specie);
— condițiile în care se execută fierberea în ulei pentru conservele de pește în ulei (temperatura cca 130°C, durata fierberii 5—15 minute);
— condițiile uscării în urma fierberii în ulei sau a aburirii (felul instalației folosite, temperatura 60—90°C, durata uscării 15—60 minute, în raport de mărimea peștelui și specie);
— condițiile fierberii în saramură pentru conservele de ton, pălămidă și teleosteeni (concentrația în sare 20%, durata fierberii 1—2 ore în funcție de mărimea bucăților);
— modalitatea de afumare pentru macrouri, heringi și sproturi destinate fabricării conservelor în ulei;
— temperatura pînă la care se face răcirea peștelui tratat termic (aproximativ 30—40°C);
— natura materialelor folosite pentru prepararea sosurilor și proporțiile acestora (pasta de tomate, ceapa prăjită, condimentele, ulei vegetal, zahăr, sare, oțet etc.; obținerea unui sos de calitate constituie un obiectiv principal deoarece contribuie la realizarea caracteristicilor senzoriale ale produsului; componentele sosurilor pot constitui variabile care să stea la baza unui program EVOP);
— modul de umplere a cutiilor și spațiul gol ce se lasă (maximum 1/10 din înălțimea cutiei);

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura sosului la turnare;
— durata de sterilizare;
— temperatura pînă la care se face răcirea cutiilor;
— durata de maturare a conservelor.

Se pot realiza următoarele categorii de conserve din pește:

a) *Conserve de pește în suc propriu* se prepară din crap, somn, știucă, șalău, nisetru și morun. Schema tehnologică cuprinde: spălare, desolzire, eviscerare, porționare, saramurare, umplerea cutiilor cu pește și cu lichid, sterilizarea.

Rezultatele vor depinde în special de:
— modul de pregătire a peștelui;
— concentrația soluției de sare (minimum 10%);
— durata de sărare (10—15 minute);
— compoziția lichidului de acoperire.

Rezultatele obținute în fabricarea conservelor de pește în suc propriu pot fi apreciate prin următoarele caracteristici:
— aspectul produsului (uniformitate, integritate, apreciere prin note);
— aspectul sucului;
— gust (specific, plăcut, apreciere prin note);
— miros (specific, fără miros străin);
— conținut de pește raportat la greutatea netă (conformitatea cu actul normativ);
— clorură de sodiu (1,0—2,5% sau conformitatea cu actul normativ).

De asemenea, se pot urmări costurile de producție, consumurile specifice, consumurile energetice, capacitățile de producție etc.

b) *Conserve de pește în sos de tomate* se prepară din: scrumbie, morun, nisetru, guvid, hering, crap, chefal, știucă, somn, șalău etc. Shema tehnologică cuprinde: spălare, curățare-desolzire, porționare, saramurare, prăjire, răcire, umplere, sterilizare, maturare.

Rezultatele obținute depind mai ales de:
— modul de pregătire a materiei prime;
— modul de preparare a sosului;
— concentrația soluției de sare și durata sărării;
— timpul de prăjire;
— durata de răcire.

Obiectivele care se pot urmări se vor referi la:
— aspectul produsului (uniformitate, integritate, mod de așezare în cutie, apreciere prin note);
— aspectul sosului (culoare, apreciere prin note);
— gustul (caracteristic, plăcut, apreciere prin note);
— conținut pește raportat la greutatea netă (minimum 65% sau conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea, exprimată în acid acetic (0,2—0,5% sau conformitatea cu actul normativ);

Scanned with OKEN Scanner

— clorură de sodiu (1,2—2,5% sau conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

c) *Conserve de pește în sos de legume sau în sos picant* se prepară în special din: nisetru, somn, morun, sardeluță, pălămidă etc. Schema tehnologică cuprinde: spălare, desolzire, eviscerare, porționare, sărare, prăjire sau aburire, răcirea, umplerea cutiilor, sterilizarea, maturarea.

Fabricarea acestui tip de conserve este influențată în special de:

— modul de pregătire a materiei prime;

— concentrația soluției de sare și timpul de sărare;

— parametrii tratamentului termic: prăjire, aburire sau fierbere în saramură (temperatura, timpul).

La această grupă de conserve se pot fixa următoarele obiective:

— aspectul produsului (uniformitate, integritate, apreciere prin note);

— aspectul sosului (culoare, apreciere prin note);

— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);

— miros (caracteristic, fără miros străin);

— conținut de pește raportat la greutatea netă (conformitatea cu actul normativ);

— aciditatea (conformitatea cu actul normativ);

— clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);

— consumuri specifice, costuri de producție, consumuri energetice etc.

d) *Conserve de pește în ulei* se prepară din scrumbii, chefal, stavrid, ton, pălămidă etc. Schema tehnologică cuprinde: spălarea, curățirea (desolzirea, eviscerarea), porționarea, saramurarea, zvîntarea, aburirea, fierberea în ulei, afumarea pentru unele specii, umplerea cutiilor și închiderea, sterilizarea, maturarea.

Prepararea conservelor din pește în ulei este condiționată în principal de:

— modul de pregătire a materiei prime;

— concentrația soluției de sare și timpul de sărare;

— temperatura la aburire și durata aburirii;

— temperatura și timpul de sterilizare.

Rezultatele obținute se pot aprecia prin:

— aspectul produsului (uniformitate, integritate, apreciere prin note);

— consistența cărnii (compactă, suculentă);

— aspectul uleiului (limpezime, culoare);

— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);

— miros (specific, fără miros străin);

— conținut de pește raportat la masa netă (conformitatea cu actul normativ);

— clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);

— conținutul de suc separat de ulei (conformitatea cu actul normativ).

Scanned with OKEN Scanner

În aceeași măsură se pot urmări consumurile specifice, costurile de producție, utilizarea capacităților de producție, consumurile energetice etc.

e) *Conserve din pastă de pește* se prepară din pălămidă, ton și pește marin mic. Schema tehnologică cuprinde: spălarea, sărarea, zvîntarea, prăjirea, mărunțirea, omogenizarea cu sos, umplerea-închiderea, sterilizarea, maturarea.

Acest proces este influențat, în special, de:

— modul de pregătire a materiei prime;

— concentrația soluției de sare și durata de saramurare (pentru peștele marin);

— temperatura de prăjire și timpul de prăjire;

— condițiile de mărunțire și omogenizare.

Se pot urmări obiective ca:

— aspectul produsului (culoare etc., apreciere prin note);

— gust (plăcut, apreciere prin note);

— miros (caracteristic, fără miros străin);

— conținut de apă (conformitatea cu actul normativ);

— clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.3.10. APLICAȚII

Aplicația 12. Îmbunătățirea calitativă a marinatelor de pește — semiconserve. Una din operațiile importante în prepararea marinatelor de pește — semiconserve — o constituie frăgezirea peștelui. Prin aplicația efectuată s-a urmărit îmbunătățirea caracteristicilor calitative ale produsului prin descoperirea unor noi parametri de lucru ai factorilor: cantitatea de acid acetic (%) și cantitatea de sare (%).

Procesul curent se desfășoară în următoarele condiții:

— cantitatea de acid acetic 6%;

— cantitatea de sare 8%.

Aprecierea produsului finit s-a făcut prin metoda punctajului utilizîndu-se următoarele criterii:

— consistența,	maximum 15 puncte
— aspect	maximum 10 puncte
— gust	maximum 25 puncte
— miros	maximum 10 puncte
Total:	maximum 60 puncte

Variantele experimentale s-au elaborat potrivit schemei din fig. 52 avînd la bază condițiile procesului curent menționate mai înainte. Con-

Scanned with OKEN Scanner

form schemei din fig. 52 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Cantitatea de acid acetic (%)	Factor B Cantitatea de sare (%)
1	6	8
2	5,5	7,5
3	6,5	8,5
4	6,5	7,5
5	5,5	8,5

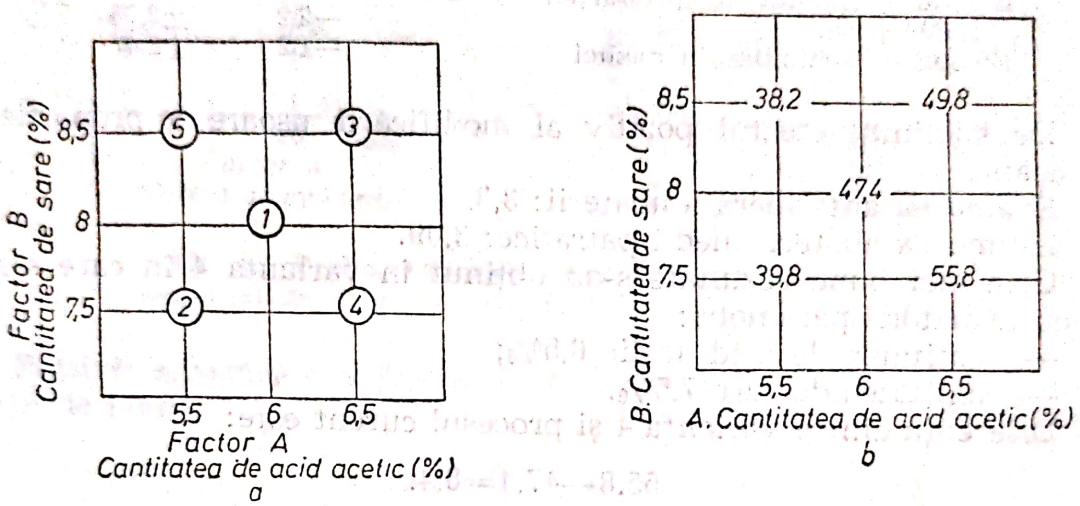


Fig. 52. Îmbunătățirea calitativă a marinatelor de pește:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (note).

S-au efectuat un număr de 5 cicluri, iar observațiile respective sînt prezentate în tabelul 117.

Tabelul 117

Observațiile făcute la fabricarea marinatelor de pește, semiconserve (punctaj)

$\sigma = 3,3$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	45	42	47	58	35
$n=2$	49	38	52	53	43
$n=3$	44	43	46	57	36
$n=4$	48	37	51	52	42
$n=5$	51	39	53	59	35

Concluziile acestui experiment în care s-au urmărit îmbunătățirea caracteristicilor calitative ale semiconservelor din pește sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: îmbunătățirea caracteristicilor calitative: consistență, aspect, gust, miros.

Scanned with OKEN Scanner

Proces: frăgezirea peștelui.

Factori: cantitatea de acid acetic și cantitatea de sare folosită.

Rezultatele obținute și exprimate în notele acordate produsului sînt ilustrate în fig. 52. Celelalte date sintetice obținute în acest experiment se referă la:

Eroarea pentru medii:		±2,75
Efectele:		
Efectul proporției de acid acetic	13,8	±2,75
Efectul proporției de sare	—3,8	±2,75
Efectul combinat al proporției de acid acetic și sare	—2,2	±2,75
Efectul de schimbare a mediei	—1,2	±2,47

De subliniat efectul pozitiv al modificării ușoare a proporției de acid acetic.

Evaluarea anterioară a abaterii: 3,3.

Estimarea abaterii medii patratice: 3,09.

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 în care s-a lucrat cu următorii parametri:

— cantitatea de acid acetic 6,5%;

— cantitatea de sare 7,5%.

Diferența dintre varianta 4 și procesul curent este:

$$55{,}8—47{,}4=8{,}4.$$

Divizînd această diferență prin estimarea abaterii medii patratice se obține valoarea 2,7, ceea ce demonstrează reușita experimentului și rezultatele obținute care au condus la îmbunătățirea calității produsului.

Aplicația 13. Asigurarea caracteristicii „proporție suc" la conservele de pește. Deoarece în condițiile de lucru ale procesului curent caracteristica „proporție suc" nu se încadra în limitele prevăzute de actul normativ, s-a efectuat această aplicație în care s-a urmărit ca prin modificarea factorilor de influență a procesului de aburire să se remedieze această abatere.

Prin aburire se urmărește a se realiza deshidratarea și o fierbere parțială. Temperatura de aburire variază între 80 și 110°C, iar durata de aburire între 5 și 25 minute în funcție de specia de pește. Operația de aburire se apreciază a fi terminată atunci cînd carnea peștelui a fost pătrunsă pînă la os și nu mai prezintă o culoare roz. Aburirea excesivă face ca peștele să fie sfărîmicios.

În ipoteza în care în procesul de deshidratare a peștelui prin aburire nu se înlătură o cantitate suficientă de apă, aceasta este eliminată la sterilizare, fapt ce influențează asupra proporției de ulei și apă din lichidul de acoperire, caracteristică ce este impusă prin actul normativ. Procentul de suc, separat de uleiul de acoperire raportat la volumul uleiului trebuie să fie de 25—30%.

Condițiile în care se desfășura procesul curent erau următoarele:

— durata aburirii 20 minute;

— temperatura 100°C.

Scanned with OKEN Scanner

Pornind de la aceste limite s-a elaborat programul de lucru (fig. 53) prin modificarea lentă a condițiilor susmenționate.

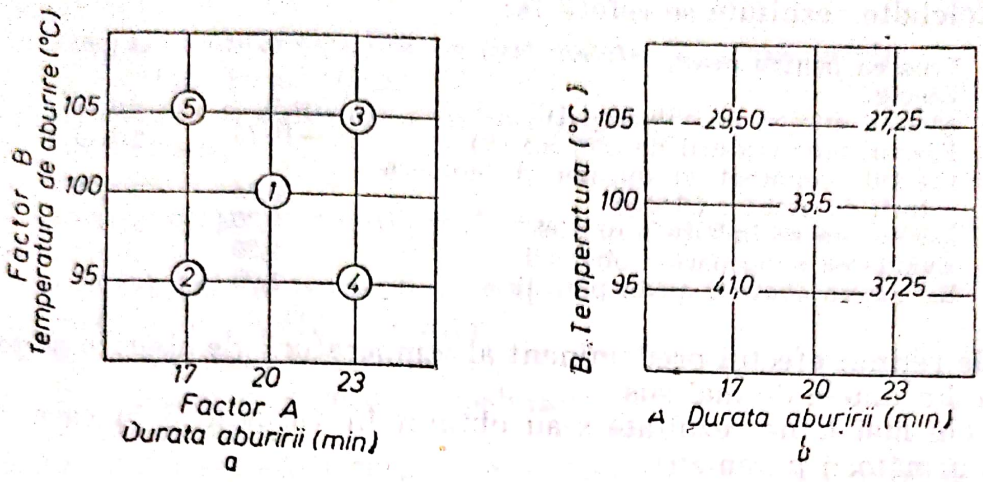


Fig. 53. Realizarea caracteristicii „proporție suc":
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (proporție suc, %).

Potrivit schemei din figura 53 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Durata aburirii (min)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	20	100
2	17	95
3	23	105
4	23	95
5	17	105

S-au efectuat 4 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 118.

Tabelul 118

Observațiile făcute la fabricarea conservelor de pește
(proporție suc — %) $\sigma=2,25$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	34	38	28	35	29
$n=2$	35	41	27	37	30
$n=3$	32	42	29	39	29
$n=4$	33	43	25	38	31

Concluziile acestei aplicații sînt următoarele:
Faza I; ultimul ciclu $n=4$.
Scop: realizarea caracteristicii „proporție suc";
Proces: aburire.
Factori: durata de aburire și temperatura de aburire.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatele obținute, exprimînd proporția de suc sînt prezentate în fig. 53.

Celelalte rezultate se referă la:

Eroarea pentru medii:		±1,73
Efecte:		
Efectul duratei de aburire (*A*)	—3	±1,73
Efectul temperaturii de aburire (*B*)	—10,75	±1,73
Efectul combinat al duratei și temperaturii de aburire (*A*×*B*)	0,75	±1,73
Efectul de schimbare a mediei	0,20	±1,54
Evaluarea anterioară a abaterii	2,25	
Estimarea abaterii medii patratice	1,73	

De reținut efectul predominant al temperaturii de aburire astfel cum rezultă din datele de mai sus.

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— durata aburirii: 23 minute;

— temperatura de aburire: 105°C.

Eroarea fiind de ±1,73 se asigură realizarea raportului în cadrul limitelor prescrise și cuprinse între 25—30%, fapt ce permite introducerea în procesul tehnologic a noilor condiții.

6.4. INDUSTRIA MORĂRITULUI

Industria morăritului se caracterizează prin procese și operații specifice unde, de asemenea, operarea evolutivă se poate aplica.

Principalele caracteristici, factori de influență și obiective care pot să stea la baza unui experiment EVOP sînt următoarele:

6.4.1. TEHNOLOGIA OBȚINERII FĂINII DE GRÎU

Caracteristicile care influențează însușirile de măciniș ale grîului sînt următoarele:

— *Sticlozitatea.* Dintr-un grîu sticlos se obțin mai multe grișuri și mai puțină făină decît din grîul făinos. De asemenea, el se cerne mai ușor.

Umiditatea. Un conținut mai mare în umiditate influențează în sens negativ măcinarea, crescînd consumul de energie și diminuînd capacitatea de producție.

— *Mărimea și uniformitatea boabelor.* Boabele mici dau indici inferiori sub aspectul extracției și al calității făinii în raport de boabele mari.

— *Greutatea hectolitrică.* Grîul cu greutatea hectolitrică mare prezintă avantaje, obținîndu-se un randament mai bun.

— *Conținutul în corpuri străine.* Conținutul în corpuri străine influențează extracția și calitatea.

Scanned with OKEN Scanner

Formarea amestecurilor. Din două sau mai multe loturi de grîu cu îndici calitativi deosebiți se caută a se obține un grîu cu însușiri de morărit și panificație.

La formarea amestecurilor se ține seama de următoarele:

— greutatea hectolitrică;
— cantitatea și calitatea glutenului umed;
— umiditatea;
— cenușa.

Separarea corpurilor străine. Această operație este influențată de următorii factori:

— caracteristicile corpurilor străine;
— metoda de curățire folosită;
— tipul de utilaj întrebuințat;
— indicele de încărcare al mașinilor;
— viteza aerului.

Eficacitatea separării corpurilor străine se apreciază după procentul de corpuri străine eliminat (circa 75%).

Separarea impurităților metalice din grîu se face cu ajutorul dispozitivelor magnetice. Această operație depinde de lățimea magnetului și înclinarea suprafeței active a dispozitivului magnetic.

Îndepărtarea prafului de pe suprafața bobului se face prin prelucrarea uscată a învelișului boabelor de grîu cu ajutorul unor mașini speciale de descojit și periat. Factorii care influențează această operație sînt:

— indicele de încărcare al mașinilor (circa 900 kg/h/m²);
— distanța marginilor paletelor de suprafața abrazivă (20—30 mm);
— viteza periferică a paletelor (13—15 m/s);
— înclinarea paletelor (8—10°).

Rezultatul acestei operații se apreciază prin procentul de boabe sparte, prin reducerea conținutului în cenușă și prin cantitatea de boabe rămasă în praful îndepărtat.

Spălarea grîului. Spălarea grîului se execută în scopul îndepărtării restului de praf, a pietricelelor de dimensiunea bobului și a microorganismelor. În același timp se obține umectarea grîului și respectiv condiționarea acestuia în vederea îmbunătățirii însușirilor de măcinare ale bobului (mărirea elasticității învelișului, reducerea consistenței endospermului). Această operație este influențată de:

— indicele de încărcare al mașinii;
— consumul de apă;
— nivelul apei în instalația respectivă;
— temperatura apei;
— temperatura grîului;
— durata tratamentului;
— viteza periferică a paletelor;
— distanța paletelor față de manta.

Rezultatul acestei operații se apreciază după creșterea în umiditate a grîului și după reducerea conținutului în cenușă. În aceeași măsură se pot evalua însușirile de panificație ale făinurilor rezultate în ce privește îmbunătățirea calității glutenului.

Scanned with OKEN Scanner

Este indicată următoarea formulă pentru calculul cantității de apă de adăugat:

$$A = G\left(\frac{U_2 - U_1}{100 - U_2}\right)$$

în care:

A este greutatea apei de adăugat, în kg;
G — greutatea grîului înainte de umezire;
U_1 — conținutul inițial în apă al grîului (%);
U_2 — conținutul final în apă, după umezire (%).

După umectare grîul este repartizat în camere de odihnă. Durata de odihnă reprezintă la rîndul său un factor de influență care poate fi luat în studiu într-un experiment EVOP. Durata de odihnă variază de la 4 la 24 ore în raport de sticlozitatea grîului. La o sticlozitate sub 40% (grîu moale) durata de odihnă este minimă (aproximativ 4—12 ore) iar la un grîu tare durata de odihnă este cuprinsă între 16 și 24 ore. Între aceste limite se situează pe poziții intermediare celelalte categorii (peste 60% sticlozitate, de la 40 la 60% sticlozitate).

După condiționare grîul se trece la măcinare cuprinzînd următoarele operații:

— șrotuirea;
— sortarea grișurilor și dunsturilor;
— curățirea grișurilor și dunsturilor;
— desfacerea grișurilor;
— măcinarea grișurilor și dunsturilor.

Șrotuirea este prima operație și se efectuează în mai multe trepte în mod progresiv. Șrotuirea se execută prin intermediul valțurilor care mărunțesc boabele prin presare și forfecare după care produsele se cern cu ajutorul sitelor plane. Aceste operații se execută conform diagramei de măciniș. Șrotuirea este influențată de:

— numărul de rifluri pe centimetru;
— înclinarea riflurilor;
— unghiul de tăiere al riflurilor;
— poziția riflurilor („tăiș pe tăiș", „tăiș pe spate", „spate pe spate");
— raportul dintre viteza periferică a tăvălugului rapid și a tăvălugului lent;
— viteza periferică a tăvălugului rapid.

Schimbarea distanței dintre tăvălugi constituie mijlocul de reglare a gradului de sfărîmare. În raport de aceasta se obțin proporții diferite de grișuri, dunsturi și făină.

Sortarea grișurilor și dunsturilor are scopul grupării acestora pe categorii mai limitate și respectiv mai distincte, precum și separării făinii care se află în acestea. Operația se efectuează cu ajutorul sitelor plane cu mărimi corespunzătoare.

Curățirea grișurilor și dunsturilor se efectuează cu mașini de griș prin cernere și aspirarea aerului. Scopul acestei operații este de a îndepărta particulele ușoare (înveliș cu resturi de endosperm).

Scanned with OKEN Scanner

Desfacerea grişurilor se execută prin intermediul valţurilor menţinîndu-se o anumită distanţă între tăvălugi în raport de granulaţia produsului. Extracţia de făină variază între 10—12% faţă de totalul produselor prelucrate.

Măcinarea grişurilor şi dunsturilor se efectuează cu ajutorul valţurilor netede sau rifluite şi are scopul transformării acestora în făină. Prin această operaţie se tinde a se obţine o cantitate cît mai mare de făină şi ea depinde de:

— viteza periferică a valţurilor;
— raportul dintre viteza tăvălugului rapid şi viteza tăvălugului lent;
— numărul de rifluri pe centimetru (10—13 rifluri/cm);
— înclinarea riflurilor (8—12%);
— poziţia riflurilor („spate pe spate");
— încărcătura specifică a periei de tărîţe, finisorului de tărîţe orizontal şi finisorului de tărîţe vertical.

Gruparea pe calităţi a făinii rezultate de la diferite pasaje de prelucrare se face după criteriul: conţinut în substanţe minerale (cenuşă) şi fineţea lor. Clasificarea făinurilor obţinute prin măcinare se face în raport de gradul de extracţie, care are semnificaţia proporţiei de făină extrase din 100 kg grîu. Între gradul de extracţie şi conţinut în substanţe minerale există o relaţie directă.

Diagrama procesului tehnologic de măciniş se face luînd în consideraţie calitatea grîului, capacitatea morii, tipul măcinişului, calitatea şi numărul sortimentelor ce se doresc a se realiza.

6.4.2. APLICAŢII

Aplicaţia 14. Reducerea conţinutului de făină în tărîţă. Prin această aplicaţie s-a urmărit îmbunătăţirea procesului de măcinare a grîului şi în special a reducerii pierderilor de făină în tărîţă.

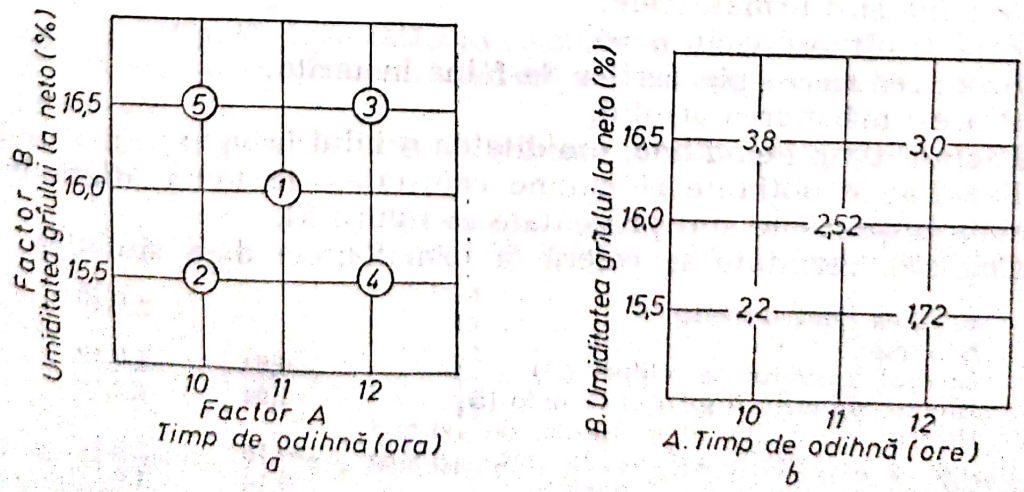


Fig. 54. Reducerea pierderilor de făină:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (%, făină).

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aceasta s-au luat în studiu doi din factorii care influențează procesul tehnologic:

— timpul de odihnă a grîului;

— umiditatea grîului la neto.

Pornind de la condițiile procesului curent și modificînd ușor aceste condiții s-au elaborat variantele experimentale potrivit fig. 54.

Conform schemei din fig. 54 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Timp de odihnă (ore)	*Factor B* Umiditatea grîului la neto (%)
1	11	16
2	10	15,5
3	12	16,5
4	12	15,5
5	10	16,5

Pe baza acestora s-au efectuat 6 cicluri, iar observațiile sînt prezentate în tabelul 119.

Tabelul 119

Observațiile făcute în procesul de măcinarea grîului

(% făină)

$\sigma=0,32$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	2,7	1,9	3,2	1,5	3,7
$n=2$	2,3	2,5	2,8	1,9	3,9
$n=3$	2,6	2,4	3,3	1,5	4,3
$n=4$	2,4	2,3	2,7	2,0	3,3
$n=5$	2,6	2,0	2,9	1,8	3,9
$n=6$	2,5	2,1	3,1	1,6	3,7

Concluziile acestui experiment în care s-a urmărit reducerea pierderilor de făină sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$;

Scop: reducerea pierderilor de făină în tărîță;

Proces: măcinarea grîului;

Factori: timp de odihnă, umiditatea grîului la neto.

Rezultatele obținute și anume cantitatea de făină aflată în tărîță exprimată în procente sînt prezentate în figura 54.

Celelalte rezultate se referă la următoarele date sintetice:

Eroarea pentru medii		$\pm 0,19$
Efectele:		
Efectul timpului de odihnă (A)	$-0,64$	$\pm 0,19$
Efectul umidității grîului la neto (B)	1,44	$\pm 0,19$
Efectul combinat al timpului de odihnă și a umidității grîului la neto ($A \times B$)	$-0,16$	$\pm 0,19$
Efectul de schimbare a mediei	0,14	$\pm 0,17$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,32	
Estimarea abaterii medii patratice	0,23	

Scanned with OKEN Scanner

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 în care condițiile de lucru au fost următoarele:

— timp de odihnă: 12 ore;

— umiditatea grîului la neto: 15,5%.

Diferența dintre procesul curent și varianta 4 în care s-au obținut cele mai bune rezultate este de 0,8% (2,52—1,72).

Divizînd această diferență prin estimarea abaterii medii patratice se obține valoarea 3,48 ceea ce confirmă, de asemenea, rezultate satisfăcătoare.

Pe baza acestor rezultate se poate calcula eficiența economică ce se obține în noile condiții de lucru.

Aplicația 15. Îmbunătățirea conținutului de cenușă la făinuri. Într-un alt experiment s-a analizat modul în care modificarea acelorași factori (timp de odihnă și umiditatea grîului la neto) influențează asupra conținutului în cenușă la făinuri pentru încadrarea acestei caracteristici în limita de maximum 1,35% prevăzută de actele normative.

Aplicația fiind efectuată într-o altă unitate condițiile procesului curent în ce privește factorul timp de odihnă, erau diferite astfel cum rezultă din schema EVOP (fig. 55) pe baza căreia s-au elaborat variantele experimentale.

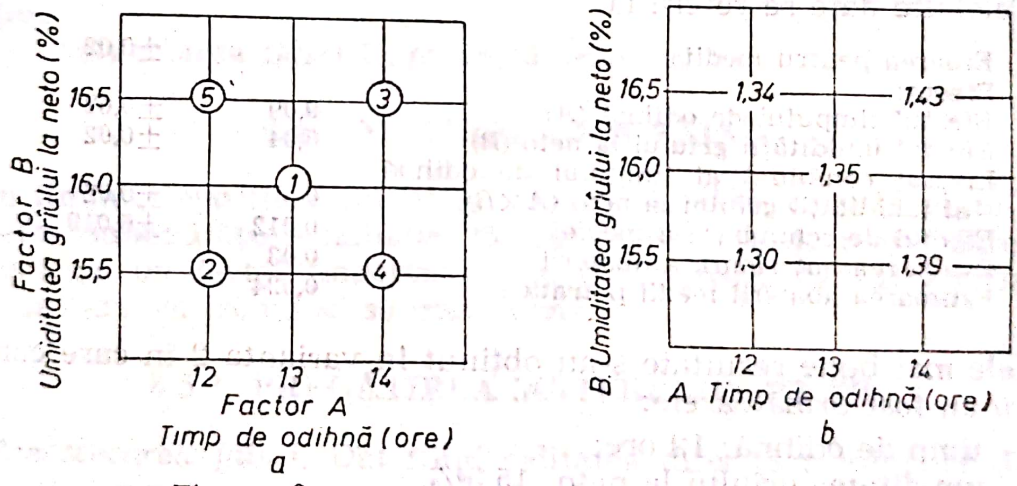


Fig. 55. Îmbunătățirea conținutului în cenușă:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (cenușă, %).

S-au obținut, potrivit acestei scheme următoarele variante și condiții de lucru.

Varianta	*Factor A* Timp de odihnă (ore)	*Factor B* Umiditatea grîului la neto (%)
1	13	16
2	12	15,5
3	14	16,5
4	14	15,5
5	12	16,5

S-au efectuat 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 120.

Concluziile acestui experiment în care s-a urmărit reducerea conținutului în cenușă sînt următoarele:

Tabelul 120

Observațiile făcute în procesul de măcinarea grîului
(conținut cenușă, %)

$\sigma=0,03$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	1,38	1,28	1,46	1,37	1,36
$n=2$	1,34	1,35	1,39	1,40	1,33
$n=3$	1,35	1,34	1,45	1,42	1,35
$n=4$	1,38	1,26	1,45	1,40	1,35
$n=5$	1,32	1,29	1,41	1,39	1,32

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: îmbunătățirea caracteristicii „cenușă".

Proces: măcinarea grîului.

Factori: timp de odihnă, umiditatea grîului la neto.

Rezultatele obținute și exprimate în procente de cenușă raportată la substanța uscată sînt prezentate în fig. 55.

Celelalte date se referă la:

Eroarea pentru medii		$\pm 0,02$
Efecte:		
Efectul timpului de odihnă (A)	0,09	$\pm 0,02$
Efectul umidității grîului la neto (B)	0,04	$\pm 0,02$
Efectul combinat al timpului de odihnă și umidității grîului la neto ($A \times B$)	0	$\pm 0,02$
Efectul de schimbare a mediei	0,012	$\pm 0,019$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,03	
Estimarea abaterii medii patratice	0,024	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 2 în care condițiile de lucru au fost următoarele:

— timp de odihnă: 12 ore;

— umiditatea grîului la neto: 15,5%.

Diferența dintre procesul curent și varianta în care s-au obținut cele mai bune rezultate este:

$$1,35—1,30=0,05$$

Divizînd această diferență prin estimarea abaterii mediei patratice (0,024) se obține 2,08 ceea ce atestă rezultatele obținute.

6.5. INDUSTRIA PANIFICAȚIEI

Industria panificației deține un loc însemnat în cadrul industriei alimentare atît prin ponderea pe care o are cît și prin importanța pîinii ca aliment de fiecare zi. În cele ce urmează se prezintă principalele elemente,

Scanned with OKEN Scanner

operații și faze care pot constitui o bază de plecare pentru un experiment EVOP prin care să se obțină o îmbunătățire a calității produselor sau a performanțelor tehnice, în general.

6.5.1. CARACTERISTICILE FĂINII

Principalele caracteristici ale făinii care influențează calitatea produsului finit sînt:

— culoarea (se folosește pentru apreciere metoda Pekar sau metoda fotocolorimetrică);

— gustul și mirosul;

— conținutul în gluten umed și calitatea lui (indicele de deformare și indicele de extensibilitate);

— umiditatea făinii;

— aciditatea făinii.

Însușirile de panificație ale făinii pot fi aprofundate prin următoarele caracteristici suplimentare:

— capacitatea de hidratare (valori aproximative 50—60%);

— puterea făinii (determinată prin metoda farinografică);

— capacitatea aluatului de formare și reținere a gazelor de fermentație;

— comportarea făinii în procesul tehnologic.

6.5.2. MATURIZAREA FĂINII

În timpul depozitării au loc procese fizice, chimice și biochimice care în general îmbunătățesc calitatea făinurilor. Durata de maturizare a făinii constituie un factor important care influențează calitatea produsului finit și de care va trebui să se țină seama.

6.5.3. PREGĂTIREA MATERIILOR PRIME

Amestecarea făinii. Dat fiind calitatea diferită a loturilor de făină se impune amestecarea acestora astfel încît pe baza caracteristicilor pe care le au să rezulte o materie primă satisfăcătoare. Se poate lua în considerație conținutul în gluten sau alte caracteristice din cele menționate mai sus.

Pregătirea drojdiei pentru panificație. La pregătirea drojdiei comprimate pentru panificație trebuie să se țină seama de:

— raportul drojdie-apă (1 kg drojdie la 5 sau 10 l apă);

— timpul de agitare (1—2 min);

— menținerea suspensiei la o temperatură constantă (25—30°C).

Pregătirea soluției de sare. Se va urmări:

— concentrația soluției de sare (circa 30 g/100 ml);

— temperatura apei (aproximativ 20°C).

Pregătirea apei tehnologice. Apa tehnologică va trebui să aibă o temperatură cuprinsă între 25—35°C, cu unele variații în raport de anotimp.

Scanned with OKEN Scanner

Pregătirea făinii de cartofi. Pregătirea făinii de cartofi este condiționată de:

— raport făină cartofi-apă (1 : 4);
— temperatura apei (80—90°C);
— modul de omogenizare;
— temperatura pînă la care se răcește în vederea preparării maielei (32—35°C).

Celelalte materii se pregătesc după metodele cunoscute (grăsimile, ouăle, zahărul, mierea etc.).

6.5.4. PREPARAREA ALUATULUI

Prepararea aluatului cuprinde dozarea materiilor prime, frămîntarea aluatului și fermentația aluatului.

Acest proces este influențat de următorii factori:

— metoda folosită (metoda indirectă, metoda directă);
— proporțiile materiilor prime folosite (făină, drojdie, sare, apă);
— durata frămîntării;
— temperatura semifabricatelor (la prospătură și maia 26—29°C, iar la aluat 29—31°C);
— temperatura spațiului în care se efectuează fermentația (28—32°C);
— umiditatea relativă a aerului (75—80%);
— durata fermentației (aluaturi făină neagră 25—35 min; făină semialbă 30—40 min; făină albă 40—60 min).

Controlul fermentației se face prin mijloace senzoriale și prin determinarea acidității sau *p*H-ului.

După cum precizează Gh. Moldoveanu „aluatul bine fermentat este neted, se întinde în fibre paralele, este elastic, nelipicios și are miros plăcut de alcool. Structura lui în ruptură este poroasă, uniformă și cu aspect de uscat". Toate aceste caracteristici ar putea constitui obiective ale unui experiment EVOP în care, evident, aprecierile să fie făcute pe baza unui sistem de note.

În ce privește determinarea acidității, această caracteristică este importantă deoarece o anumită valoare a acidității dă indicații asupra gradului de afînare a aluatului și a garanției obținerii unei pîini corespunzătoare calitativ sub aspectul gustului și aromei.

Un control cu aceeași semnificație și mai ușor de efectuat este verificarea *p*H-ului.

6.5.5. PRELUCRAREA ALUATULUI

Prelucrarea aluatului comportă următoarele operații:

— divizarea aluatului;
— modelarea aluatului;
— dospirea finală.

Dospirea finală cuprinde în fapt predospirea și dospirea finală.

Scanned with OKEN Scanner

Predospirea considerată ca o fermentație intermediară are efecte favorabile asupra calității și mai ales asupra volumului. Se execută la pîinea albă și produsele de franzelărie.

Factorii care influențează acest proces sînt:
— temperatura de predospire (circa 30°C);
— durata predospirii (5—8 min);
— umiditatea relativă (circa 75%).

Dospirea finală are efecte asupra afînării miezului și volumului. Acest proces este influențat de următorii factori:
— durata dospirii finale (25—60 min);
— temperatura de dospire finală (35—40°C);
— umiditatea relativă (75—85%).

Verificarea momentului optim al fermentației se face prin controlul cu ajutorul simțurilor a modului de dezvoltare, a elasticității și a consistenței (prin apăsarea ușoară cu degetul) și prin determinarea acidității.

6.5.6. COACEREA

Coacerea aluatului reprezintă etapa finală în care aluatul se transformă în produs finit. În timpul coacerii au loc transformări importante de ordin fizic, biochimic și microbiologic.

Factorii care influențează acest proces sînt:
— temperatura de coacere în faza inițială (100—120°C);
— umiditatea relativă în faza inițială (75—80%);
— temperatura de coacere în a doua fază de coacere (250—260°C);
— durata procesului de coacere (30—60 min la pîine și 10—25 min la produse de franzelărie).

Modul în care se efectuează coacerea și stabilirea momentului final au importanță pentru calitatea produsului influențînd asupra aspectului, culorii cojii, elasticității, porozității, aspectul miezului, gustului și aromei. Creșterea volumului bucății de aluat supuse coacerii are loc urmare cantităților de gaze care se formează. Fixarea volumului corespunde cu începutul rumenirii părții superioare a pîinii.

Verificarea momentului optim al coacerii pîinii se face în practică prin aprecierea culorii cojii, prin modul cum coaja pîinii revine la apăsare și prin greutatea relativă a pîinii.

O metodă obiectivă o constituie determinarea temperaturii din centrul pîinii unde se ține aproximativ 1 minut (pînă cînd mercurul nu mai urcă). Temperatura de 95—98°C constituie o indicație că produsul este bine copt.

6.5.7. DEPOZITAREA PÎINII

Răcirea. Felul cum se efectuează răcirea are influență asupra calității pîinii. Un mod necorespunzător grăbește fenomenul de învechire a pîinii.

Scanned with OKEN Scanner

Răcirea este condiționată de următorii factori:
— masa și forma pîinii;
— tipul făinii;
— modul de coacere (pe vatră, în forme);
— intensitatea coacerii;
— modul de așezare pentru răcire;
— temperatura depozitului;
— umiditatea relativă a aerului;
— durata depozitării.

O temperatură a cojii de aproximativ 30—35°C indică terminarea răcirii și permite darea în consum.

Pe lîngă influența asupra menținerii calităților de prospețime răcirea are efecte asupra scăzămintelor ce se produc în această etapă și care variază între 2,5 și 3,5%.

6.5.8. OBIECTIVE GENERALE

Obiective generale care se pot urmări printr-un studiu EVOP se pot referi la:
— gustul pîinii (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— aroma (plăcută, caracteristică, apreciere prin note);
— aspectul (forma, aplatizarea etc.);
— culoarea cojii (nuanța culorii, uniformitatea);
— miezul (uniformitate, pori, bine crescut etc.);
— umiditatea miezului (conformitatea cu actul normativ);
— porozitate (conformitatea cu actul normativ);
— aciditate (conformitatea cu actul normativ);
— elasticitatea (potrivit recomandărilor tehnice);
— costuri de producție;
— randamente;
— consumuri de energie;
— utilizarea capacităților de producție.

Caracteristicile senzoriale vor fi apreciate prin note și interpretate după criterii statistice (v. 3.3.4.).

6.5.9. FABRICAREA COZONACILOR

Numărul sortimentelor și componența rețetelor (făină, apă, drojdie, sare, zahăr, lapte, ouă, grăsimi, arome, stafide, rahat etc.), îngăduie realizarea unor variabile experimentale care să conducă la îmbunătățirea produselor și (sau) sporirea eficienței economice.

Se pot enumera următorii factori care influențează procesul de fabricare a cozonacilor:

— proporțiile componentelor pentru formarea maielei (făină, apă, drojdie, lapte);
— temperatura maielei (circa 36°C);
— durata frămîntării (5—7 min);

Scanned with OKEN Scanner

— durata fermentării (circa 2 ore). Valoarea acidității (3—4 grade) și verificarea prin apăsare dau indicații asupra maturizării maielei și condițiile de trecere la prepararea aluatului;

— modul de preparare a compoziției și proporțiile acestora (zahăr, margarină, ouă, sare, arome, lapte etc.);

— temperatura compoziției (36—38°C);

— timpul de frămîntare la malaxor și proporțiile celorlalte componente ce se adaugă;

— temperatura aluatului frămîntat (circa 37°C);

— temperatura spațiului în care se face fermentarea (32—33°C);

— umiditatea relativă a spațiului (aproximativ 75—80%);

— durata fermentării (aproximativ 45 min);

— durata refrămîntării;

— durata continuării fermentării (circa 15—30 min; momentul terminării fermentării se verifică prin stabilirea gradului de afînare și prin determinarea acidității care trebuie să fie în jurul valorii de 2,5—3,5 grade);

— durata dospirii finale (aproximativ 40—50 min; verificarea se face prin determinarea acidității care trebuie să fie de 3—4 grade sau prin apreciere senzorială);

— temperatura de coacere (200—220°C);

— durata coacerii.

Ca obiective se pot urmări:

— aspectul suprafeței (culoare, uniformitate, luciu etc.);

— aspectul în secțiune (culoarea, uniformitatea etc.);

— gustul (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);

— aroma (plăcută, aprecierea prin note);

— umiditatea miezului (32—36% sau conformitatea cu actul normativ);

— aciditatea (2—2,5 funcție de sortiment);

— conținut în zahăr (conformitatea cu actul normativ);

— grăsime (conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

6.5.10. APLICAȚII

Multe aplicații EVOP au fost efectuate în industria panificației. În continuare se prezintă cîteva din acestea.

Aplicația 16. Îmbunătățirea caracteristicilor: porozitate, umiditate și elasticitate în procesul de coacere a pîinii. În acest experiment s-a urmărit modul în care modificarea lentă a factorilor temperatura și durata de coacere influențează asupra caracteristicilor: porozitate, umi-

Scanned with OKEN Scanner

ditate și elasticitate. Este vorba deci de un experiment EVOP cu două variabile în care s-au urmărit concomitent aceste trei obiective. Aplicația s-a efectuat la sortimentul: pîine albă cu cartofi de 0,750 kg.

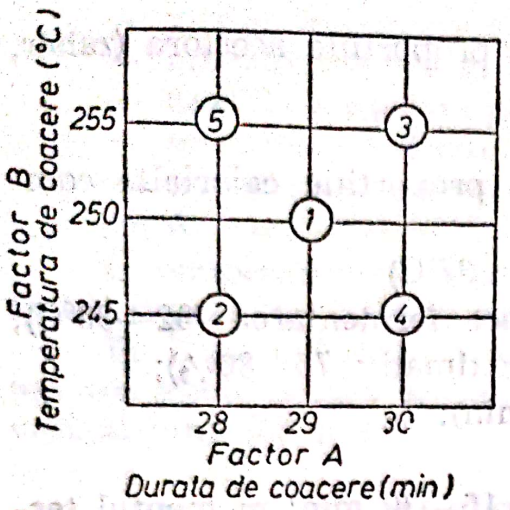


Fig. 56. Elaborarea programului de lucru în procesul de coacere a pîinii.

Limitele pentru caracteristicile respective sînt:

— umiditate, maximum 44%;
— porozitate, minimum 71%.

Pentru elasticitate s-a stabilit următoarele condiții:

— foarte bună 95—100%;
— bună 85—95%;
— insuficientă <85%.

Schema pe baza căreia s-au elaborat variabilele experimentale este prezentată în figura 56.

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Durata de coacere (min)	*Factor B* Temperatura de coacere °C
1	29	250
2	28	245
3	30	255
4	30	245
5	28	255

S-a efectuat un număr de 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 121.

Tabelul 121

Observațiile făcute în procesul de coacere a pîinii

A. Porozitatea (%) $\sigma=0,65$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	70,7	69,7	71,2	70,0	72,0
$n=2$	69,9	69,0	71,4	69,1	70,0
$n=3$	70,6	68,9	71,5	69,8	72,0
$n=4$	70,8	69,0	71,1	69,0	71,0
$n=5$	70,7	69,1	71,3	69,3	70,0

B. Umiditate (%) $\sigma=0,24$

$n=1$	44,1	44,2	44,0	43,8	43,7
$n=2$	43,8	44,5	43,6	43,9	44,1
$n=3$	44,0	44,1	43,9	44,5	43,8
$n=4$	43,9	44,4	44,0	44,3	44,0
$n=5$	44,2	44,3	43,8	44,0	43,9

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 121 (continuare)

C. Elasticitate (%) $\sigma=2,15$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
$n=1$	92	88	89	90	96
$n=2$	88	89	93	94	95
$n=3$	87	86	91	92	96
$n=4$	92	87	90	91	93
$n=5$	91	92	93	93	96

Concluziile la aplicaţia 16 în care s-au urmărit concomitent trei obiective, sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop: îmbunătăţirea caracteristicelor: porozitate, umiditate şi elasticitate.

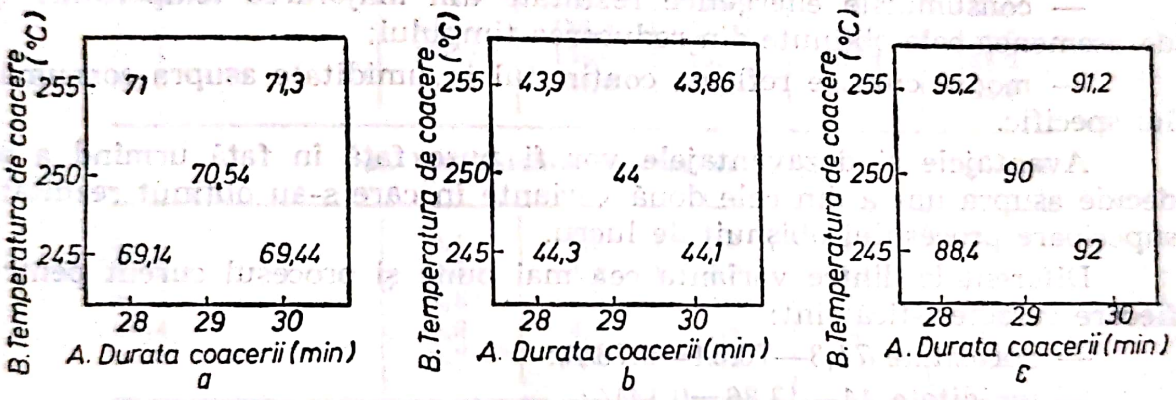


Fig. 57. Rezultatele obţinute în aplicaţia 16:
a — porozitate (%); *b* — umiditate (%); *c* — elasticitate (%).

Proces: coacerea pîinii.

Factori: durata de coacere şi temperatura de coacere.

Rezultatele obţinute exprimate în procente pentru fiecare din caracteristicile urmărite sînt prezentate în fig. 57.

Efectele, erorile şi abaterile sînt următoarele:

	a) porozitate,	b) umiditate,	c) clasticitate
Eroarea pentru medii	±0,46	±0,18	±1,57
Efecte:			
Efectul duratei de coacere (*A*)	0,30±0,46	—0,12±0,18	—0,08±1,57
Efectul temperaturii de coacere (*B*)	1,86±0,46	—0,32±0,18	3 ±1,57
Efectul combinat: durata de coacere × × temperatura de coacere ($A\times B$)	0 ±0,46	0,08±0,18	—3,8 ±1,57
Efectul de schimbare a mediei	—0,26±0,42	0,03±0,16	1,36±1,41
Evaluarea anterioară a abaterii	0,65	0,24	2,15
Estimarea abaterii medii patratice	0,52	0,20	1,76

Scanned with OKEN Scanner

Luînd în considerație toate cele trei caracteristici, cele mai bune rezultate s-au obținut în variantele 5 și 3.

— În varianta 5 s-a lucrat în următoarele condiții:

— durata coacerii 28 minute.

— temperatura de coacere 255°C.

iar în varianta 3:

— durata coacerii 30 minute;

— temperatura de coacere 255°C.

Caracteristica „elasticitate" se obține superioară procesului curent și în varianta 4.

Introducerea în procesul tehnologic a parametrilor din varianta 5 sau din varianta 3 este condiționată de calculele tehnico-economice care trebuie făcute și care se vor referi la:

— avantajele economice ce se obțin în urma îmbunătățirii caracteristicilor calitative;

— consumurile energetice rezultate din majorarea temperaturii și de asemenea cele obținute din reducerea timpului;

— modul cum se reflectă conținutul în umiditate asupra consumului specific.

Avantajele și dezavantajele vor fi puse față în față urmînd a se decide asupra uneia din cele două variante în care s-au obținut rezultate superioare procesului obișnuit de lucru.

Diferențele dintre varianta cea mai bună și procesul curent pentru fiecare caracteristică sînt:

— porozitate 71,3—70,54=0,76%;

— umiditate 44—43,86=0,14%;

— elasticitate 95,2—90=5,2%.

Aplicația 17. Îmbunătățirea randamentului în făină și reducerea dimensiunii crăpăturilor. La sortimentul de pîine intermediară cu cartofi s-a analizat modul în care factorii: durata de maturizare a făinii și timpul de fermentare influențează asupra randamentului în făină și dimensiunii crăpăturilor. Primul obiectiv are implicații economice iar al doilea are importanță comercială deoarece acest defect influențează asupra aspectului și deci al vînzării produsului.

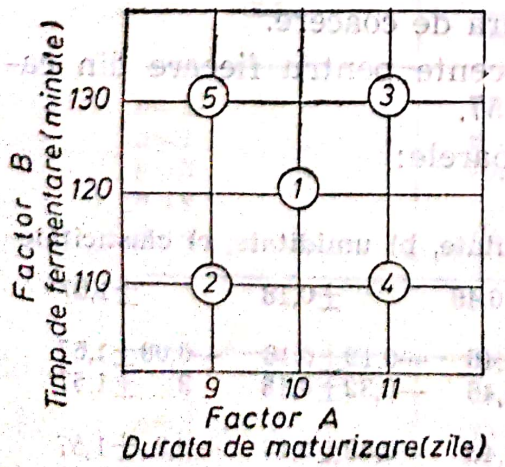


Fig. 58. Elaborarea programului de lucru în vederea îmbunătățirii randamentului și calității.

Variantele experimentale au fost elaborate pe baza schemei din fig. 58.

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Durata de maturizare (zile)	Factor B Timp de fermentare (min)
1	10	120
2	9	110
3	11	130
4	11	110
5	9	130

S-a efectuat un număr de 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 122.

Tabelul 122

Observațiile făcute la fabricarea pîinii

A. Randamente (kg) $\sigma=0,25$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	139,0	137,9	139,5	139,3	138,7
$n=2$	138,4	138,3	138,9	139,5	138,1
$n=3$	139,1	138,4	139,0	139,7	138,6
$n=4$	138,3	138,0	139,1	139,1	138,2
$n=5$	138,8	137,9	138,7	139,5	138,3

B. Dimensiunea crăpăturilor (cm) $\sigma=0,66$

$n=1$	5,1	5,9	2,8	2,2	5,2
$n=2$	3,5	4,4	4,2	3,1	4,3
$n=3$	4,8	5,7	2,7	2,3	5,3
$n=4$	3,9	4,8	3,4	2,7	4,4
$n=5$	3,7	5,0	3,1	2,4	4,8

Concluziile acestei aplicații în care s-au urmărit concomitent două obiective sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: îmbunătățirea randamentului în făină și reducerea dimensiunii crăpăturilor de pe suprafața pîinii.

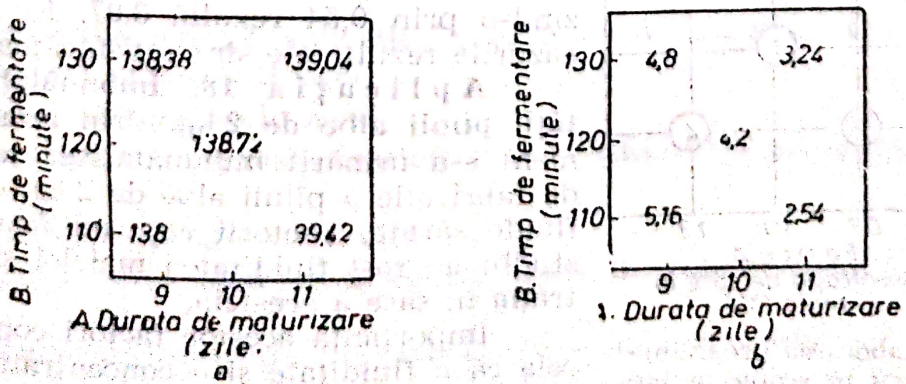


Fig. 59. Rezultatele obținute în aplicația 17:
a — randamente (kg); *b* — dimensiunea crăpăturilor (cm).

Procese: maturizarea făinii și fermentarea aluatului.

Factorii: durata de maturizare și timpul de fermentare.

Rezultatele sînt prezentate în figura 59 și sînt exprimate astfel:

— pentru randamente în kg pîine obținute din 100 kg făină;

— pentru dimensiunea crăpăturilor în cm măsurați pe lungimea crăpăturii.

Erorile, efectele și abaterile sînt:

	a) randamente	*b)* dimensiunea crăpăturilor
Eroarea pentru medii	±0,20	±0,48
Efectele:		
Efectul duratei de maturizare (*A*)	0,99±0,20	—2,09±0,48
Efectul timpului de fermentare (*B*)	—0,05±0,20	0,17±0,48
Efectul combinat al duratei de maturizare și al timpului de fermentare (*A*×*B*)	—0,33±0,20	0,53±0,48
Efectul de schimbare a mediei	0,06±0,18	—0,21±0,43
Evaluarea anterioară a abaterii	0,25	0,66
Estimarea abaterii medii patratice	0,22	0,54

Cele mai bune rezultate pentru ambele obiective s-au obținut în varianta 4 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— durata de maturizare 11 zile;

— timpul de fermentare 110 min.

Rezultate superioare procesului curent se obțin și în varianta 3.

De reținut efectul predominant al duratei de maturizare a cărui modificare influențează în mod evident atît îmbunătățirea randamentului cît și reducerea dimensiunii crăpăturilor.

Diferența dintre procesul curent și varianta cu rezultatele cele mai bune (varianta 4) pentru randamente este:

$$139{,}42 - 138{,}72 = 0{,}7 \text{ kg.}$$

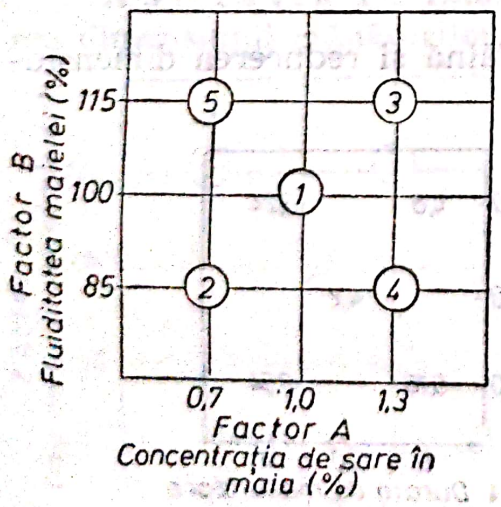


Fig. 60. Elaborarea programului de lucru în scopul îmbunătățirii calității pîinii albe de 2 kg.

Divizînd 0,7 prin estimarea abaterii medii patratice (0,22) se obține 3,18.

În cazul dimensiunii crăpăturilor diferența este 1,66 cm (4,2—2,54) pe care divizînd-o prin 0,54 rezultă 3,07. În amîndouă cazurile rezultatele sînt satisfăcătoare.

Aplicația 18. Îmbunătățirea calității pîinii albe de 2 kg. Prin acest experiment s-a urmărit îmbunătățirea tehnologiei de fabricație a pîinii albe de 2 kg, cu maiele fluide sărate. Factorii care au fost luați în studiu au fost fluiditatea maielei și concentrația în sare a acesteia.

Importanța acestor factori constă în aceia că o fluiditate și o concentrație în sare a maielei convenabile crează un substrat nutritiv optim pentru înmulțirea și metabo-

Scanned with OKEN Scanner

lismul microorganismelor în procesul de fermentare a aluatului. Variantele experimentale au fost elaborate pe baza schemei din fig. 60.

Fluiditatea maielei se exprimă în procente și se referă la adaosul de apă raportat la cantitatea de făină din maia. Potrivit schemei din fig. 60 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Concentrația de sare în maia (%)	*Factor B* Fluiditatea maielei (%)
1	1,0	100
2	0,7	85
3	1,3	115
4	1,3	85
5	0,7	115

Observațiile făcute în cele 5 cicluri sînt prezentate în tabelul 123.

Tabelul 123

Observațiile făcute în operația de prepararea aluatului

A. Porozitate (%) $\sigma=0,61$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	72,8	72,9	74,1	71,3	75,0
$n=2$	73,4	71,7	73,3	72,1	74,0
$n=3$	72,9	73,3	74,0	71,4	74,9
$n=4$	73,7	72,6	73,4	72,0	74,3
$n=5$	73,4	73,1	73,6	71,5	74,7

B. Elasticitate (%) $\sigma=1,74$

$n=1$	96	91	93	94	95
$n=2$	93	96	94	90	97
$n=3$	95	94	96	93	96
$n=4$	94	95	95	91	98
$n=5$	95	93	96	94	97

Concluziile acestei aplicații în care s-au urmărit, de asemenea, două obiective sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: îmbunătățirea caracteristicilor calitative: porozitate și elasticitate.

Proces: prepararea aluatului.

Produs: pîine albă de 2 kg cu adaos de fulgi cartofi și făină de orez.

Factori: concentrația de sare în maia și fluiditatea maielei.

Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 61 și reprezintă mediile porozității și elasticității.

Erorile, efectele și abaterile medii patratice pe cele două obiective sînt următoarele:

	a) porozitatea	b) elasticitatea
Eroarea pentru medii	±0,38	±1,32
Efecte:		
Efectul concentrației în sare a maielei	—0,98±0,38	—1,6 ±1,32
Efectul fluidității maielei	1,94±0,38	2,6 ±1,32
Efectul combinat al concentrației în sare și al fluidității maielei	0,08±0,38	—0,2 ±1,32
Efectul de schimbare a mediei	—0,06±0,34	—0,16±1,18
Evaluarea anterioară a abaterii	0,61	1,74
Estimarea abaterii medii patratice	0,43	1,48

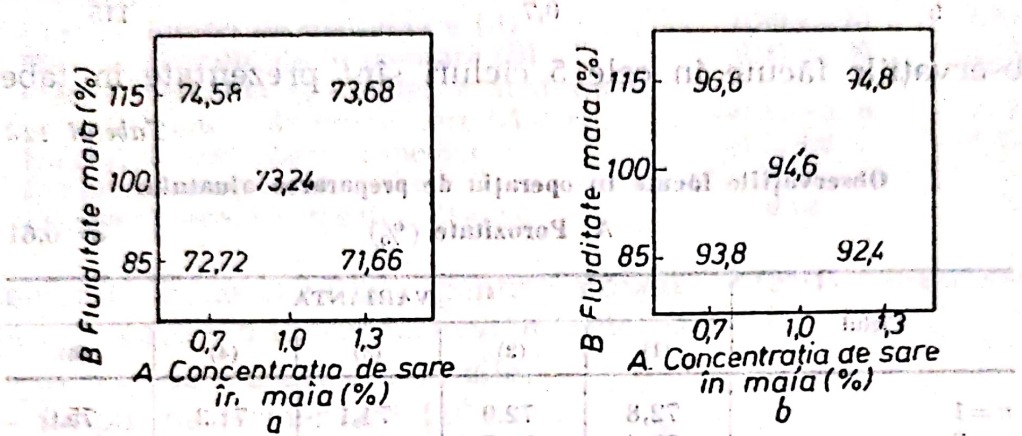


Fig. 61. Rezultatele obținute în aplicația 18:
a — porozitate (%); *b* — elasticitate (%).

Pentru amîndouă obiectivele cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor modificați:

— concentrația de sare în maia 0,7%;
— fluiditatea maielei 115%.

De reținut efectul pozitiv al creșterii fluidității precum și al concentrației în sare mai reduse, de unde se poate deduce că sarea în proporție mai mare ar avea o acțiune inhibitoare asupra înmulțirii și puterii fermentative a drojdiilor.

Diferența dintre varianta cea mai bună, în cazul porozității și procesul curent este 1,34% (74,58—73,24) în timp ce pentru elasticitate este de 2% (96,6—94,6).

Valoarea obținută prin divizarea acestor diferențe cu estimarea abaterii medii patratice este în primul caz de 3,11 $\left(\frac{1,34}{0,43}\right)$ iar în al doilea de 1,35 $\left(\frac{2,0}{1,48}\right)$ ceea ce atestă rezultatele aplicației.

Aplicația 19. Influența procesului de dospire finală asupra volumului și acidității pîinii. Dospirea finală are efecte asupra afînării miezului, volumului și altor caracteristici. Prin experimentul efectuat asupra

sortimentului pîine albă cu cartofi de 2 kg s-a urmărit modul în care modificarea factorilor: durata de dospire și temperatura influențează asupra volumului pîinii și acidității produsului finit.

Variantele experimentale au fost elaborate, pornind de la condițiile procesului curent. În fig. 62 se prezintă schema respectivă.

Potrivit acestei scheme s-au elaborat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Temperatura (°C)	Factor B Durata de dospire (min)
1	30	30
2	29	25
3	31	35
4	31	25
5	29	35

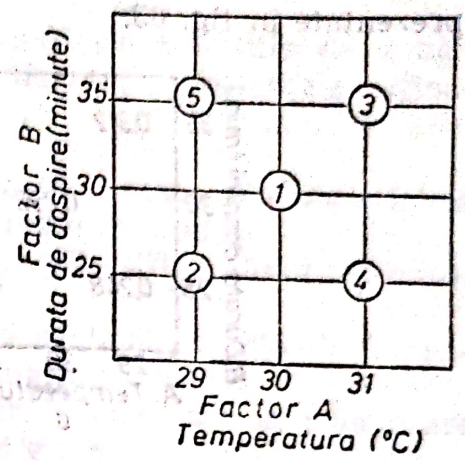


Fig. 62. Elaborarea programului de lucru în scopul îmbunătățirii volumului și acidității.

S-au efectuat 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 124.

Tabelul 124

Observațiile făcute în procesul de dospire finală

A. Volumul $\sigma=0,028$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	0,305	0,240	0,350	0,250	0,330
$n=2$	0,270	0,260	0,335	0,280	0,290
$n=3$	0,310	0,230	0,355	0,260	0,280
$n=4$	0,280	0,265	0,330	0,290	0,340
$n=5$	0,300	0,245	0,345	0,275	0,320

B. Aciditatea $\sigma=0,26$

$n=1$	3,1	3,0	3,9	3,3	3,6
$n=2$	3,3	2,8	3,5	2,7	3,2
$n=3$	3,0	2,9	4,0	3,2	3,7
$n=4$	3,4	2,7	3,7	2,8	3,1
$n=5$	3,3	2,9	3,9	3,1	3,6

Concluziile acestei aplicații în care s-au urmărit concomitent două obiective sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: îmbunătățirea caracteristicilor, volumul și aciditatea pîinii în cazul sortimentului pîine albă cu cartofi de 2 kg.

Scanned with OKEN Scanner

Proces: dospire finală.

Factori: durata de dospire și temperatura.

Rezultatele obținute, respectiv volumul pîinii și aciditatea sînt prezentate în fig. 63.

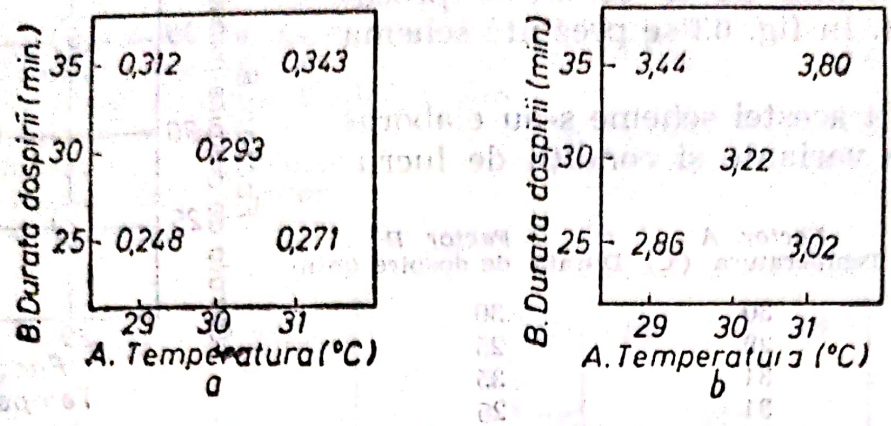


Fig. 63. Rezultatele obținute în aplicația 19:
a — volumul; *b* — aciditatea.

Erorile, efectele și abaterile sînt următoarele:

	a) volumul	b) aciditatea
Eroarea pentru medii	±0,015	±0,18
Efectele:		
Efectul temperaturii (*A*)	0,027 ±0,015	0,26±0,18
Efectul duratei dospirii (*B*)	0,068 ±0,015	0,68±0,18
Efectul combinat al temperaturii și duratei de dospire (*A*×*B*)	0,004 ±0,015	0,10±0,18
Efectul de schimbare a mediei	0,0004±0,014	0,05±0,16
Evaluarea anterioară a abaterii	0,028	0,26
Estimarea abaterii medii patratice	0,017	0,20

Cele mai bune rezultate în ce privește volumul s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— temperatura 31°C;

— durata dospirii 35 min.

De menționat că și în varianta 5 se obține un volum superior al pîinii în raport de volumul realizat în procesul curent.

6.6. FABRICAREA BISCUIȚILOR

Biscuiții sînt produse preparate din făină, apă, zahăr, grăsimi etc., afînate prin mijloace chimice. Aluatul este modelat prin stanțare, presare sau spriițare.

Biscuiții se împart în două grupe:

— biscuiți zaharoși (zahăr, minimum 20%, grăsimi, minimum 12%;

— biscuiți glutenoși (zahăr, maximum 20%, grăsimi, maximum 12%).

Făina destinată fabricării biscuiților se recomandă a proveni din grîne moi.

Fabricarea biscuiților este influențată de următorii factori:

— calitatea făinii;

— modul de preparare a materiilor auxiliare (soluțiile de zahăr, grăsimile, condimentele, substanțele aromatizante, substanțele afînătoare);

— raport făină: apă;

— cantitatea materiilor auxiliare adăugate (fiecare din materialele adăugate poate constitui variabile care să fie luate în studiu);

— umiditatea aluatului (aluatul glutenos 25—27%, aluatul zaharos 16—18,5%);

— temperatura aluatului (la sfîrșitul frămîntării cca 38—40°C pentru aluatul glutenos și cca 19—25°C pentru aluatul zaharos);

— succesiunea în care se adaugă materiile auxiliare la frămîntare (pentru biscuiții zaharoși și separat pentru cei glutenoși);

— durata frămîntării;

— tipul de mașină de frămîntat folosit;

— condițiile de odihnă a aluatului (durata, temperatura aerului, umiditatea relativă a aerului) pentru cele două categorii: glutenoși, zaharoși;

— modul de uniformizare a aluatului prin vălțuire (pe cele două tipuri de aluat);

— modul de modelare a aluatului glutenos și respectiv a celui zaharos;

— tipul mașinilor de modelat.

Procesul de uscare a biscuiților depinde de:

— tipul instalației de uscare;

— temperatura de uscare;

— durata de uscare;

— umiditatea relativă a aerului;

— viteza și direcția aerului.

Acești factori sînt diferențiați pe fiecare din cele trei faze ale procesului de coacere.

Modul în care se efectuează răcirea biscuiților constituie, de asemenea, un factor important. Se vor lua în considerație durata în care se realizează răcirea (circa 30 ore), temperatura aerului (30—40°C), viteza aerului (circa 2,5 m/s), umiditatea relativă (70—80%).

Ca obiective generale se pot cita:

— aspectul exterior (forma, caracteristicile suprafeței etc.);

— culoarea (nuanța, uniformitatea, lipsă arsuri etc.);

— gustul (plăcut, caracteristic sortimentului, apreciere prin note);

— miros (caracteristic, fără miros străin);

— consistența (caracterizare: fragezi, sfărîmicioși, crocanți, friabili etc.);

— conținut în zahăr (conformitatea cu actul normativ);

— conținutul în grăsimi (conformitatea cu actul normativ);

— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);

Scanned with OKEN Scanner

— costuri de producție;
— consumuri specifice;
— consumuri energetice;
— utilizarea capacităților de producție.

6.7. FABRICAREA PASTELOR FĂINOASE

Pastele făinoase sînt produse obținute din aluat nefermentat, pregătit din făină și apă cu sau fără adaos de alte materiale (ouă, pastă de tomate etc.), modelat în diferite forme și apoi uscat. Pentru fabricarea pastelor făinoase se recomandă să se folosească făină provenită din grîne dure, din varietatea de primăvară, cu greutatea hectolitrică de peste 78 kg, cu sticlozitatea cît mai apropiată de 100% și cu conținut în gluten umed mai mare de 35%.

Factorii care influențează fabricarea pastelor făinoase și calitatea acestora sînt:

— calitatea făinii cu însușirile menționate mai sus;
— amestecarea făinii în vederea corectării calității;
— modul de cernere și instalațiile utilizate;
— temperatura făinii folosite (15—20°C);
— temperatura apei;
— cantitatea de făină introdusă la o șarjă de aluat, în kg;
— cantitatea de apă introdusă la o șarjă de aluat, în l;
— umiditatea aluatului (28—34%);
— temperatura aluatului (după frămîntare temperatura nu trebuie să fie mai mică de 35—40°C și menținută astfel pînă la presare);
— durata frămîntării (15—20 minute);
— intensitatea frămîntării;
— felul instalației de frămîntare folosite.

Modelarea aluatului este la rîndul ei influențată de următorii factori:

— omogenitatea aluatului;
— umiditatea aluatului;
— asigurarea temperaturii constante;
— plasticitatea aluatului;
— elasticitatea aluatului;
— presiunea și viteza de presare (de la 15—25 mm/s pînă la 50—100 mm/s);
— felul instalației de modelare a aluatului.

Obiectivele care se pot urmări pentru semifabricatele modelate sînt:

— aspectul suprafeței;
— culoarea;
— elasticitatea;
— dimensiunile, formele, uniformitatea grosimii pereților.

Scanned with OKEN Scanner

Procesul de uscare al pastelor făinoase este influențat de:
— metoda de uscare (uscare continuă, uscare intermitentă etc.);
— tipul utilajului folosit;
— temperatura de uscare;
— durata uscării;
— umiditatea relativă;
— stabilizarea pastelor făinoase (aducerea temperaturii pastelor pînă la cca 20°C — temperatura depozitului).

În ce privește obiectivele generale se pot fixa unul sau mai multe din următoarele scopuri:
— aspectul (netezimea suprafeței, prezența făinii nefrămîntate etc.);
— culoarea (uniformitatea, nuanța);
— miros și gust (caracteristic produsului, aprecierea prin note);
— umiditatea (maximum 13%);
— aciditate (maximum 3,5 sau 4 grade în raport de sortiment);
— sarcina de rupere la încovoiere pe categorii de macaroane: subțiri, mijlocii, groase (conformitatea cu actul normativ);
— calitatea pastelor la fierbere (volum, elasticitate etc.);
— costurile de producție;
— consumuri specifice;
— consumuri energetice.

6.7.1. APLICAȚII

Aplicația 20. Îmbunătățirea caracteristicii „sarcina de rupere la încovoiere" a macaroanelor. Mulți sînt factorii care influențează sarcina de rupere la încovoiere a macaroanelor. Importanța caracteristicilor materiei prime asupra acestei însușiri fiind cunoscută în acest experiment, s-a urmărit modul în care procesul tehnologic și anume factorii: umiditatea aluatului și durata de frămîntare influențează sarcina de rupere la

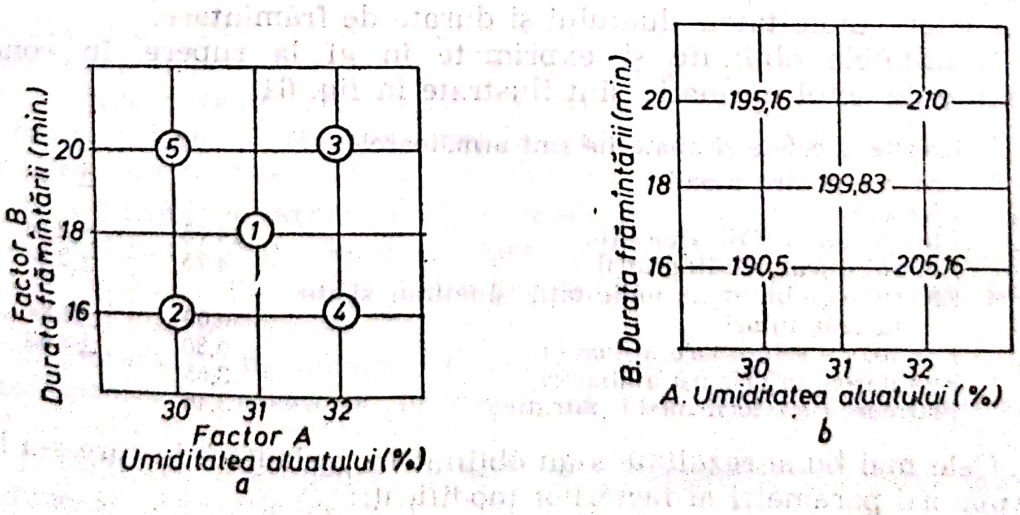


Fig. 64. Îmbunătățirea sarcinei de rupere la încovoiere a macaroanelor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (gf).

Scanned with OKEN Scanner

încovoiere. Luînd de bază parametrii procesului curent s-au elaborat, conform schemei din fig. 64 variantele experimentale.

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Umiditatea aluatului (%)	*Factor B* Durata frămîntării (min)
1	31	18
2	30	16
3	32	20
4	32	16
5	30	20

Observațiile făcute în cele 6 cicluri sînt prezentate în tabelul 125.

Tabelul 125

Observațiile făcute la fabricarea pastelor făinoase

(sarcina de rupere la încovoiere, gf) $\sigma=3,65$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	203	184	214	201	196
$n=2$	198	195	206	207	194
$n=3$	196	194	212	209	199
$n=4$	203	188	208	204	191
$n=5$	197	189	213	207	197
$n=6$	202	193	207	203	194

Concluziile acestui experiment legat de modul în care modificarea factorilor: umiditatea aluatului și durata de frămîntare, s-au reflectat asupra caracteristicii „sarcina de rupere la încovoiere", sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: creșterea sarcinii de încovoiere la rupere a macaroanelor, cunoscînd că limita este de minimum 200 gf.

Factori: umiditatea aluatului și durata de frămîntare.

Rezultatele obținute și exprimate în gf la rupere, în condițiile prevăzute de actul normativ sînt ilustrate în fig. 64.

Erorile, efectele și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medii		±2,84
Efectele:		
Efectul umidității aluatului	14,75	±2,84
Efectul duratei frămîntării	4,75	±2,84
Efectul combinat al umidității aluatului și durata frămîntării	0,09	±2,84
Efectul de schimbare a mediei	0,30	±2,53
Evaluarea anterioară a abaterii	3,65	
Estimarea abaterii medii patratice	3,46	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor modificați:

— umiditatea aluatului 32%;
— durata frămîntării 20 min.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultate superioare procesului curent s-au obținut și în varianta 4. Diferența dintre rezultatele obținute în varianta cea mai bună (varianta 3) și procesul curent este 5,33 (205,16—199,83). Divizînd 5,33 prin estimarea abaterii medii patratice (3,46) se obține coeficientul 1,54 ceea ce indică rezultatele satisfăcătoare realizate.

Pe baza acestor concluzii se pot introduce în procesul tehnologic noile condiții de lucru.

6.8. INDUSTRIA ZAHĂRULUI

Industria zahărului se caracterizează prin mulțimea proceselor și complexitatea lor fapt ce oferă un teren propice aplicării operării evolutive. În cele ce urmează se vor enumera principalele procese cu caracteristicile lor din punct de vedere al posibilității efectuării unor studii EVOP.

6.8.1. PROCESUL DE DIFUZIUNE

Difuziunea zahărului este procesul prin care se realizează transferul zahărului din celula de sfeclă în mediul înconjurător.

Factorii care influențează procesul de difuziune și modul de acționare a acestora sînt următorii:

a) Calitatea sfeclei de zahăr (prospețime, conținut în zahăr etc.).

b) Temperatura are un rol determinant deoarece provoacă plasmoliza celulelor și este de aproximativ 70 . . . 74°C. Limita inferioară de 70°C asigură distrugerea microorganismelor iar o temperatură prea ridicată are ca efect trecerea substanțelor pectice în zeama de difuziune, fapt ce are repercusiuni negative în procesele care urmează.

c) Dimensiunea tăițeilor de sfeclă se exprimă în cifra suedeză sau prin cifra Silin. Este de dorit ca tăițeii să aibă o suprafață de contact cît mai mare și pentru aceasta ei trebuie să fie cît mai lungi și subțiri. Cifra suedeză reprezintă raportul dintre greutatea tăițeilor mai lungi de 5 cm și cei sub 1 cm lungime, iar cifra Silin reprezintă lungimea a 100 g tăiței din care se înlătură cei care au o lungime mai mică de 1 cm.

d) Sutirajul se exprimă în procente și reprezintă cantitatea de zeamă de difuziune în raport cu greutatea tăițeilor de sfeclă introduși la extracție. Sutirajul influențează pierderile de zahăr în borhot precum și consumul energetic.

e) Durata de difuziune influențează pierderile în zahăr și modul de desfășurare a operațiilor ulterioare și este cuprinsă între 60 și 100 minute.

f) Calitatea apei pentru difuziune influențează calitatea zemii de difuziune și pierderile de zahăr. Conținutul în săruri, pH-ul apei sînt din acest punct de vedere importante. Eventuala tratare a apei este necesară pentru a obține o apă de difuziune corespunzătoare.

Scanned with OKEN Scanner

g) Încărcarea aparatelor de difuziune cu tăiței constituie o caracteristică ce este în raport de tipul aparatului de difuziune. Trebuie determinată încărcarea optimă care conduce la pierderi minime de zahăr.

h) Infectarea microbiologică poate influența pierderile de zahăr.

Obiectivul principal care se poate urmări în procesul de difuziune este reducerea pierderilor de zahăr. Concomitent se pot studia consumurile energetice, capacitatea de producție și costurile.

6.8.2. PRESAREA BORHOTULUI

Pentru a se evita pierderile de substanță uscată precum și unele modificări biochimice nedorite, borhotul este presat și uscat.

Factorii care influențează presarea borhotului sînt:

— uniformitatea alimentării;
— viteza de rotație a presei respectiv viteza de trecere a tăițelor prin presă;
— diametrul orificiilor sitelor;
— gradul de maturitate al sfeclei de zahăr;
— *p*H-ul apei de presă;
— temperatura de presare a borhotului.

Ca scopuri se pot urmări:

— conținutul în substanță uscată (16—25%);
— capacitatea de presare;
— costuri de producție;
— greutatea specifică (circa 350 kg/m^3).

6.8.3. USCAREA BORHOTULUI

Uscarea borhotului este influențată de temperatura de uscare, durată, conținut în substanță uscată a materiei prime și respectiv a umidității, umiditatea relativă a gazelor de uscare etc.

Obiectivele care se pot urmări sînt:

— conținut în umiditate (10—12%);
— greutatea specifică (circa 230 kg/m^3);
— capacitatea de a reabsorbi apa;
— valoarea nutritivă;
— consumurile energetice;
— costurile de producție.

6.8.4. EPURAREA ZEMII DE DIFUZIUNE

Zeama rezultată de la difuziune este o soluție de zahăr impură din care trebuie îndepărtat nezaharul. Dintre metodele folosite cea mai eficace este aceea care utilizează oxidul de calciu (CaO) și bioxidul de carbon (CO_2).

Tratarea zemii de difuziune cu lapte de var poartă denumirea de defecare. Această operație se execută în două faze:

Scanned with OKEN Scanner

— În prima, denumită predefecare, se adaugă o cantitate redusă de lapte de var pînă la atingerea unei alcalinități de 0,15—0,30% CaO. În a doua fază denumită defecarea propriu-zisă se adaugă și restul de lapte de var.

6.8.4.1. PREDEFECAREA

Scopul predefecării este de a neutraliza aciditatea zemii de difuziune, de a aduce mediul la un *p*H optim (10,8—11,2) floculării coloizilor zemii și de a precipita acizii deoarece sărurile de calciu sînt insolubile.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— temperatura;
— cantitatea de lapte de var;
— *p*H-ul mediului.

După F. Domșa și L. Iliescu, cantitatea de substanță uscată conținută de precipitatul ce se obține de la prelucrare reprezintă 0,5—0,6% în raport cu zeama.

6.8.4.2. DEFECAREA PROPRIU-ZISĂ

Potrivit acelorași autori menționați mai sus scopul defecării este:

— precipitarea compușilor din zeama de difuziune care reacționează cu ionii de Ca^{2+} și OH^-;
— crearea condițiilor ca la carbonatare să se formeze masa adsorbantă de cristale și masa de precipitat ce ajută filtrarea zemii carbonatate;
— sterilizarea zemii prin acțiunea distructivă a $Ca(OH)_2$ asupra majorității microorganismelor.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— cantitatea de CaO adăugată;
— temperatura;
— durata defecării.

Important este a se urmări și coloranția zemii purificate care depinde de condițiile în care se execută defecarea.

6.8.4.3. SATURAȚIA I

Saturația I are ca scop:

— diminuarea alcalinității zemei defecate pînă la 0,06—0,10 CaO și respectiv un *p*H de 10,8—11,2;
— obținerea precipitatului de carbonat de calciu care să faciliteze filtrarea zemii saturate;
— realizarea precipitatului de calciu care să formeze o masă absorbantă pentru nezahăr.

Se pot menționa următorii factori care condiționează acest proces:

— temperatura zemii (80 . . . 85°C);
— concentrația sau cantitatea de CO_2 la intrarea în aparat;
— modalitatea de tratare a zemii defecate cu CO_2;
— modul de încărcare a aparatului de saturație;
— durata.

Scanned with OKEN Scanner

Urmărirea concentrației bioxidului de carbon la ieșirea din aparat permite efectuarea calculului coeficientului de utilizare a bioxidului de carbon.

6.8.4.4. SATURAȚIA A II-A

Scopul saturației a II-a este de a diminua alcalinitatea zemii și sărurile de calciu la limita minimă posibilă.

Diminuarea alcalinității are efecte pozitive asupra purității iar eliminarea sărurilor de calciu evită în operația de evaporare încrustarea țevilor fierbătoare.

Factorii, mai importanți, care influențează saturația a II-a sînt:

— concentrația și cantitatea de CO_2 folosită;
— temperatura (>100°C);
— cantitatea de CO_3Na_2 (dacă această corecție se impune).

Alcalinitatea va trebui să fie de 0,01—0,02% CaO, corespunzător la un *p*H de 9—9,5.

6.8.4.5. APLICAREA SCHIMBULUI IONIC

Decalcifierea zemii se poate realiza prin schimb ionic care asigură eliminarea calciului.

Această operație este condiționată de:

— înălțimea stratului rășinii;
— concentrația soluției de NaCl folosită pentru regenerare;
— viteza de tratare (15—20 volume zeamă pentru 1 volum rășină/h);
— temperatura (85—90°C);
— granulația rășinii (0,3—1,2 mm).

Scopul urmărit va fi, evident, conținutul de calciu al zemii după aplicarea tratamentului.

6.8.4.6. SULFITAREA ZEMII

Scopul sulfitării este de a decolora zeama și de a asigura o micșorare a viscozității prin înlocuirea K_2CO_3 cu K_2SO_3.

Se folosește SO_2 gazos și se urmărește ca *p*H-ul să scadă pînă la cca 8,5.

Operația este influențată de cantitatea de SO_2 ce se adaugă, durata tratamentului și temperatura zemii.

6.8.5. FILTRAREA ZEMURILOR

Filtrarea se execută în mai multe puncte ale procesului tehnologic de fabricație (la zeama de difuzie, la zeama după saturația I și a II-a, la siropul concentrat). În funcție de scopul urmărit se folosesc mai multe tipuri de filtre (filtre cu site metalice, filtre presă, filtre sub vid ș.a.).

Scanned with OKEN Scanner

Factorii mai importanți care influențează filtrarea sînt:
— presiunea la care se efectuează filtrarea (kg/cm²);
— viscozitatea lichidului;
— suprafața de filtrare;
— temperatura zemei;
— caracteristicile suspensiilor;
— felul materialului filtrant;
— natura și structura precipitatului.

6.8.6. EVAPORAREA

Scopul operației de evaporare este de a elimina apa din zeama epurată pînă la concentrația necesară (circa 60—65%).

Transferul de căldură în timpul evaporării se face prin convecție și prin conducție, potrivit regulilor generale arătate la subcap. 5.6. Pentru evaporare se folosesc instalații cu multiplu efect în care ultimul sau ultimele corpuri lucrează sub depresiune.

Factorii care influențează acest proces sînt:
— natura și caracteristicile zemii de concentrat (viscozitate, căldură specifică etc.);
— tipul și caracteristicile instalației de evaporare;
— temperatura în primul corp;
— temperatura în ultimul corp;
— presiunea aburului;
— durata tratamentului;
— debitul de zeamă care intră în evaporator.

În procesul de evaporare se va urmări:
— alcalinitatea și *p*H-ul;
— coloratia zemii;
— depunerile de incrustații pe țevi;
— densitatea zemii groase ce iese de la evaporare.

6.8.7. CRISTALIZAREA ZAHĂRULUI

Fierberea siropului gros care este concentrat mai departe cuprinde următoarele faze:
— concentrarea siropului pînă la formarea cristalelor;
— formarea cristalelor de zahăr;
— creșterea cristalelor de zahăr formate;
— concentrarea masei de cristale pînă la 92,5—93° Brix.

Obiectivul cristalizării este de a se obține cît mai mult zahăr sub formă cristalizată și de a lăsa cît mai puțin în sirop. Pentru a se obține cît mai mult zahăr sub formă cristalizată trebuie efectuate mai multe etape de cristalizare, urmate de separări prin centrifugare.

Schema tehnologică de fierbere și cristalizare are la bază stabilirea unei anumite succesiuni a fierberilor și centrifugărilor și folosirea siropurilor în raport de gradul lor de puritate.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre factorii care influențează aceste procese se pot cita.
— gradul de saturație și suprasaturație al soluțiilor;
— vîscozitatea soluțiilor de zahăr;
— conductivitatea electrică a soluțiilor de zahăr, urmare cantităților de impurități minerale pe care le conțin;
— procedeul de formare a cristalelor de zahăr;
— temperaturi de fierbere;
— durata tratamentului termic;
— intensitatea agitării siropului;
— viteza de creștere a cristalelor de zahăr (se evaluează prin mg zahăr cristalizat timp de 1 minut la 1 m^2 suprafață de cristale);
— puritatea siropului-mamă;
— pH-ul siropului-mamă;
— concentrația masei groase în malaxoare (90—92° Bx);
— timpul de amestecare a masei groase în malaxoare;
— raportul dintre siropul de afinare și masa zahărului galben.

6.8.8. CENTRIFUGAREA

Centrifugarea are scopul să separe cristalele de zahăr de siropul intercristalin.

Această operație depinde de:
— turația centrifugei;
— mărimea diametrului tamburului;
— mărimea ochiurilor tamburului;
— masa de sirop filtrat;
— grosimea stratului de masă groasă;
— greutatea specifică a masei groase;
— timpul de centrifugare.

6.8.9. USCAREA ZAHĂRULUI

Uscarea zahărului se face în scopul de a aduce zahărul după centrifugare la o anumită umiditate și temperatură.

Zahărul descărcat din centrifugi are o umiditate cuprinsă între 0,5 și 2,5% și o temperatură de 60 pînă la 85°C. Pentru a fi depozitat și dat în consum zahărul trebuie să aibă o umiditate cuprinsă între 0,02 și 0,04% și o temperatură de cel mult 25°C.

Factorii care influențează procesul de uscare sînt:
— umiditatea relativă a aerului;
— temperatura de uscare;
— durata de uscare;
— mărimea cristalelor;
— grosimea stratului de cristale;
— viteza aerului;
— direcția de circulație a aerului.

Scanned with OKEN Scanner

6.8.10. CERNEREA ZAHĂRULUI

Această operație are scopul să înlăture impuritățile.

Impuritățile feroase sînt îndepărtate cu ajutorul unui magnet după care prin cernere se separă în diferite granulații.

Cernerea va depinde de forma, dimensiunea și suprafața sitei și umiditatea zahărului.

6.8.11. OBIECTIVE GENERALE

Ca obiective generale se pot fixa următoarele:

— costurile de producție;
— consumuri de energie;
— utilizarea capacităților de producție;
— randamente;
— culoarea (alb lucios, alb mat);
— aspectul (conformitatea cu actul normativ);
— conținut în zaharoză (conformitatea cu actul normativ);
— substanțe reducătoare (conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— solubilitatea în apă (claritatea soluției de 10%).

6.8.12. APLICAȚII

În cele ce urmează se prezintă cîteva aplicații ale metodei EVOP în industria zahărului.

Aplicația 21. Reducerea pierderilor de zahăr la transportul hidraulic al sfeclei de zahăr. Pierderile de zahăr la transportul hidraulic al sfeclei sînt influențate de calitatea sfeclei, de temperatura apei și de durata transportului. În experimentul efectuat s-a studiat modul în care factorii, temperatura apei și timpul de transport influențează asupra pierderilor de zahăr.

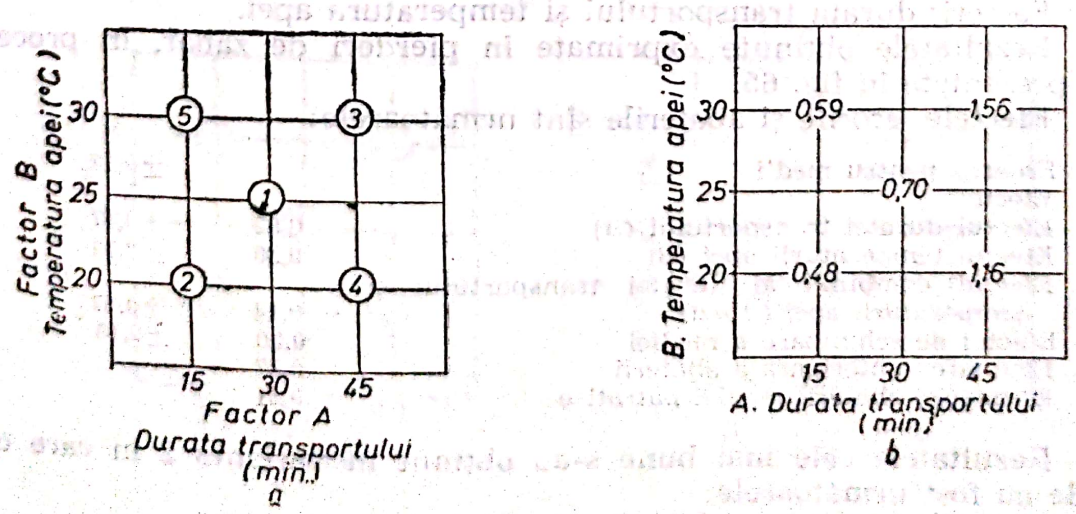


Fig. 65. Reducerea pierderilor de zahăr la transportul sfeclei:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (pierderi de zahăr, %).

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 65 este prezentată schema EVOP pe baza căreia au fost elaborate variantele experimentale.

Potrivit acestei scheme, variantele și condițiile de lucru sînt următoarele:

Varianta	*Factor A* Durata transportului (min)	*Factor B* Temperatura apei (°C)
1	30	25
2	15	20
3	45	30
4	45	20
5	15	30

Observațiile făcute, respectiv pierderile de zahăr pe fiecare variantă sînt prezentate pentru cele 6 cicluri efectuate în tabelul 126.

Tabelul 126

Observațiile făcute la transportul sfeclei de zahăr

(pierderi de zahăr — %) $\sigma=0,27$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	0,55	0,30	1,80	1,50	0,40
$n=2$	0,85	0,65	1,10	1,25	0,55
$n=3$	0,75	0,60	1,95	0,90	0,65
$n=4$	0,65	0,35	1,75	1,35	0,80
$n=5$	0,80	0,55	1,50	1,15	0,65
$n=6$	0,60	0,45	1,30	0,80	0,50

Concluziile la această aplicație sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: reducerea pierderilor de zahăr.

Proces: transportul hidraulic al sfeclei.

Factori: durata transportului și temperatura apei.

Rezultatele obținute exprimate în pierderi de zahăr, în procente, sînt prezentate în fig. 65.

Efectele, erorile și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medii		$\pm 0,17$
Efecte:		
Efectul duratei transportului (A)	0,82	$\pm 0,17$
Efectul temperaturii apei (B)	0,26	$\pm 0,17$
Efectul combinat al duratei transportului și temperaturii apei ($A \times B$)	0,14	$\pm 0,17$
Efectul de schimbare a mediei	0,20	$\pm 0,15$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,27	
Estimarea abaterii mediei patratice	0,21	

Rezultatele cele mai bune s-au obținut în varianta 2 în care condițiile au fost următoarele:

— durata transportului, 15 minute;

— temperatura apei, 20°C.

Scanned with OKEN Scanner

După cum se observă în varianta 2 în care s-au obținut pierderile cele mai mici (0,48%) atît factorul *A* (durata transportului) cît și factorul *B* (temperatura apei) sînt diminuați în timp ce în varianta 4 în care valorile acestor factori sînt ridicate, pierderile în zahăr sînt foarte mari (1,56%).

Diferența dintre procesul curent (0,70%) și varianta 2 (0,48%) este de 0,22%, procent ce poate fi considerat semnificativ și care poate sta la baza eficienței economice realizate.

Aplicația 22. Îmbunătățirea calității zemii de saturația I în scopul creșterii vitezei de sedimentare. În această fază a procesului tehnologic din industria zahărului, zeama căreia i s-a adăugat lapte de var este tratată cu bioxid de carbon în scopul purificării acesteia cu ajutorul precipitatului de carbonat de calciu. Pe lîngă o claritate cît mai bună a zemii trebuie să se obțină pierderi de zahăr în nămol cît mai mici precum și o cantitate minimă de săruri de calciu pentru desfășurarea normală a întregului proces tehnologic.

Viteza de sedimentare a nămolului din zeamă este influențată de: *p*H, alcalinitate, °Bx și temperatură.

Menținîndu-se temperatura și alcalinitatea în limitele valorilor considerate optime și modificîndu-se factorii — *p*H-ul zemii și °Bx — s-a urmărit modul în care aceștia influențează viteza de sedimentare. Variabilele experimentale s-au elaborat potrivit schemei din fig. 66.

Potrivit acestei scheme s-au obținut următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* *p*H-ul zemii	*Factor B* °Bx zeamă
1	11	15
2	10,8	14
3	11,2	16
4	11,2	14
5	10,8	16

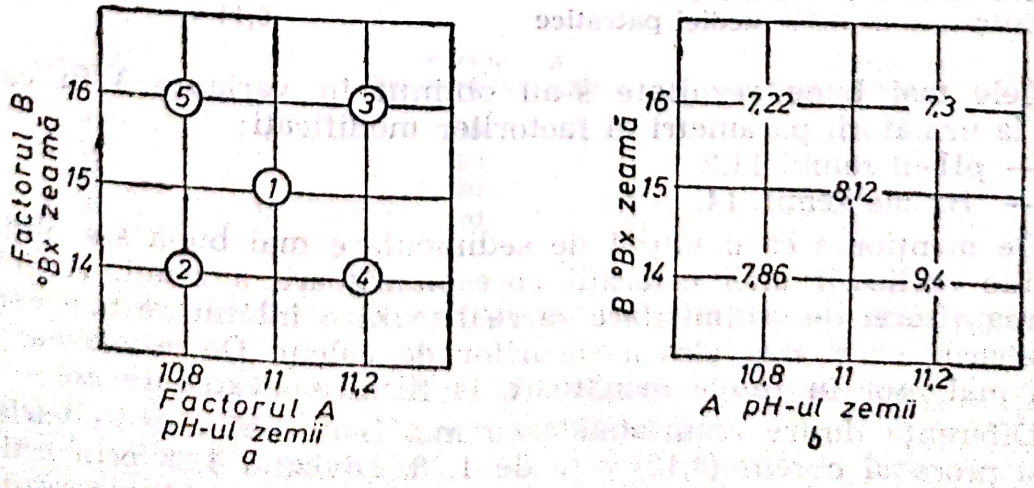


Fig. 66. Creșterea vitezei de sedimentare:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (viteza de sedimentare).

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza acestor variante experimentale s-au efectuat 6 cicluri a căror observații sînt prezentate în tabelul 127.

Tabelul 127

Observațiile făcute în procesul: saturația I-a

(viteza de sedimentare) $\sigma=0,47$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	8,7	7,9	7,7	9,1	7,0
$n=2$	7,6	7,7	7,5	9,7	7,1
$n=3$	8,4	8,5	7,4	10,0	6,8
$n=4$	7,8	7,4	6,9	8,8	8,0
$n=5$	8,5	8,4	7,1	9,2	7,5
$n=6$	7,7	7,3	7,2	9,6	6,9

Concluziile acestui experiment sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: creșterea vitezei de sedimentare.

Proces: saturația I.

Factori: *p*H-ul zemei și °Bx ale zemii.

Rezultatele obținute sînt prezentate în fig. 66 și reprezintă vitezele de sedimentare realizate pe fiecare variantă.

Celelalte rezultate se referă la următoarele date:

Eroarea pentru medii		±0,36
Efecte:		
Efectul *p*H-ului zemii	0,81	±0,36
Efectul °Bx ale zemii	—1,37	±0,36
Efectul combinat al pH-ului zemii și al °Bx ale zemii	—0,73	±0,36
Efectul de schimbare a mediei	—0,14	±0,32
Evaluarea anterioară a abaterii	0,47	
Estimarea abaterii mediei patratice	0,44	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor modificați:

— *p*H-ul zemii, 11,2;

— °Bx ale zemii, 14.

De menționat că o viteză de sedimentare mai bună s-a obținut în condițiile realizării unei colorații corespunzătoare a zemii. Astfel, prin creșterea vitezei de sedimentare se realizează o înlăturare mai completă a nezaharurilor și mai ales a sărurilor de calciu. De asemenea, se lucrează mai ușor în fazele următoare la filtrare, evaporare etc.

Diferența dintre rezultatele cele mai bune obținute în varianta 4 (9,4) și procesul curent (8,12) este de 1,28. Divizînd 1,28 prin estimarea abaterii medii patratice (0,44) se obține 2,9 ceea ce confirmă rezultatele satisfăcătoare realizate.

Scanned with OKEN Scanner

Aplicaţia 23. Asigurarea unei alcalinităţi optime în procesul de defecare a zemurilor. În procesul de defecare a zemurilor se urmăreşte precipitarea unor compuşi din zeama de difuzie. Totodată, se creează condiţii care facilitează filtrarea zemii carbonatate şi se asigură sterilizarea zemii prin acţiunea distructivă a $Ca(OH)_2$ asupra majorităţii microorganismelor.

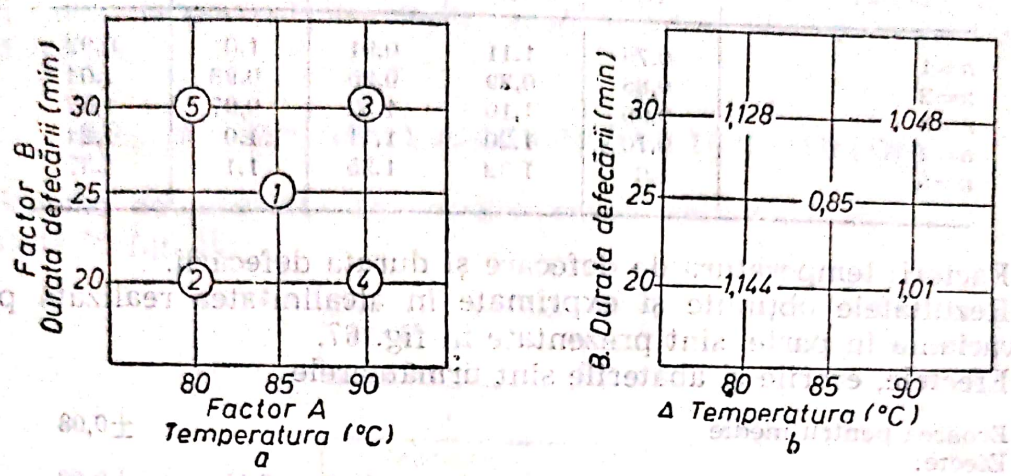


Fig. 67. Asigurarea unei alcalinităţi optime:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (alcalinitate).

Dintre factorii care condiţionează acest proces se apreciază ca deosebit de importanţi temperatura şi durata defecării. Pe de altă parte se consideră că alcalinitatea optimă de defecare trebuie să fie cuprinsă între 0,8 şi 1,1% CaO.

Folosind metoda EVOP s-a urmărit a se descoperi acei parametri ai factorilor menţionaţi care asigură realizarea în condiţii cît mai sigure a alcalinităţii 0,8—1,1 CaO. Pornind de la condiţiile procesului curent s-au elaborat, potrivit schemei din fig. 67, variantele experimentale.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante şi condiţii de lucru:

Varianta	*Factor A* Temperatura (°C)	*Factor B* Durata defecării (min)
1	85	25
2	80	20
3	90	30
4	90	20
5	80	30

Observaţiile făcute după efectuarea celor 5 cicluri sînt prezentate în tabelul 128.

Concluziile rezultate în această aplicaţie în urma înregistrării şi interpretării observaţiilor făcute sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scop: asigurarea unei alcalinităţi optime.

Proces: defecarea zemurilor.

Tabelul 128

Observațiile făcute în procesul: defecarea zemurilor

(alcalinitate) $\sigma=0,12$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	0,75	1,11	0,91	1,0	0,92
$n=2$	0,85	0,99	0,85	0,98	1,04
$n=3$	0,95	1,10	1,02	0,97	1,07
$n=4$	0,70	1,20	1,11	1,0	1,24
$n=5$	1,0	1,32	1,35	1,1	1,37

Factori: temperatura de defecare și durata defecării.

Rezultatele obținute și exprimate în alcalinitatea realizată pe fiecare variantă în parte, sînt prezentate în fig. 67.

Efectele, erorile și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medie		$\pm 0,08$
Efecte:		
Efectul temperaturii:	—0,11	$\pm 0,08$
Efectul duratei defecării	0,01	$\pm 0,08$
Efectul combinat al temperaturii și duratei defecării	0,03	$\pm 0,08$
Efectul de schimbare a mediei	0,19	$\pm 0,07$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,12	
Estimarea abaterii medii patratice	0,09	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 deoarece dacă se ia în considerație eroarea de $\pm 0,08$ situează media 1,01 în limitele 0,8—1,1 CaO.

Parametrii la care s-a lucrat în această variantă sînt:

— temperatura, 90°C;

— durata defecării, 20 minute.

Rezultatele obținute permit introducerea în procesul tehnologic a noilor parametri care asigură condiții mai bune de lucru, proces îmbunătățit, evitarea eventualelor întreruperi, înlăturarea pierderilor de zahăr și efect de purificare sporit.

6.9. FABRICAREA AMIDONULUI

Amidonul este o polizaharidă mult răspîndită în regnul vegetal. Plantele își constituie rezerve de amidon care pot fi transformate prin reacții enzimatice în glucoză. În organismul animal glicogenul este acela care îndeplinește aceeași funcție și este asemănător amidonului.

Amidonul se prezintă sub formă de granule avînd formă și mărime caracteristică fiecărei specii. Diametrul granulelor este cuprins între 20 și 100 μ. Amidonul este un amestec de două polizaharide numite

Scanned with OKEN Scanner

amiloză și amilopectină. Amiloza este transformată total în glucoză prin hidroliză enzimatică în timp ce amilopectina este transformată în proporție de aproximativ 60%. Amidonul din cartofi, porumb, grîu conține circa 20% amiloză și restul amilopectină. S-au realizat însă soiuri care conțin un alt raport amiloză-amilopectină. Astfel, soiurile de mazăre cu bobul zbîrcit (zaharoase) au un conținut de 65—80% amiloză în timp ce varietatea de porumb *zea maïs cerata* conține aproape numai amilopectină (98%).

6.9.1. FABRICAREA AMIDONULUI DIN CARTOFI

Schema de principiu pentru fabricarea amidonului din cartofi este prezentată în fig. 68.

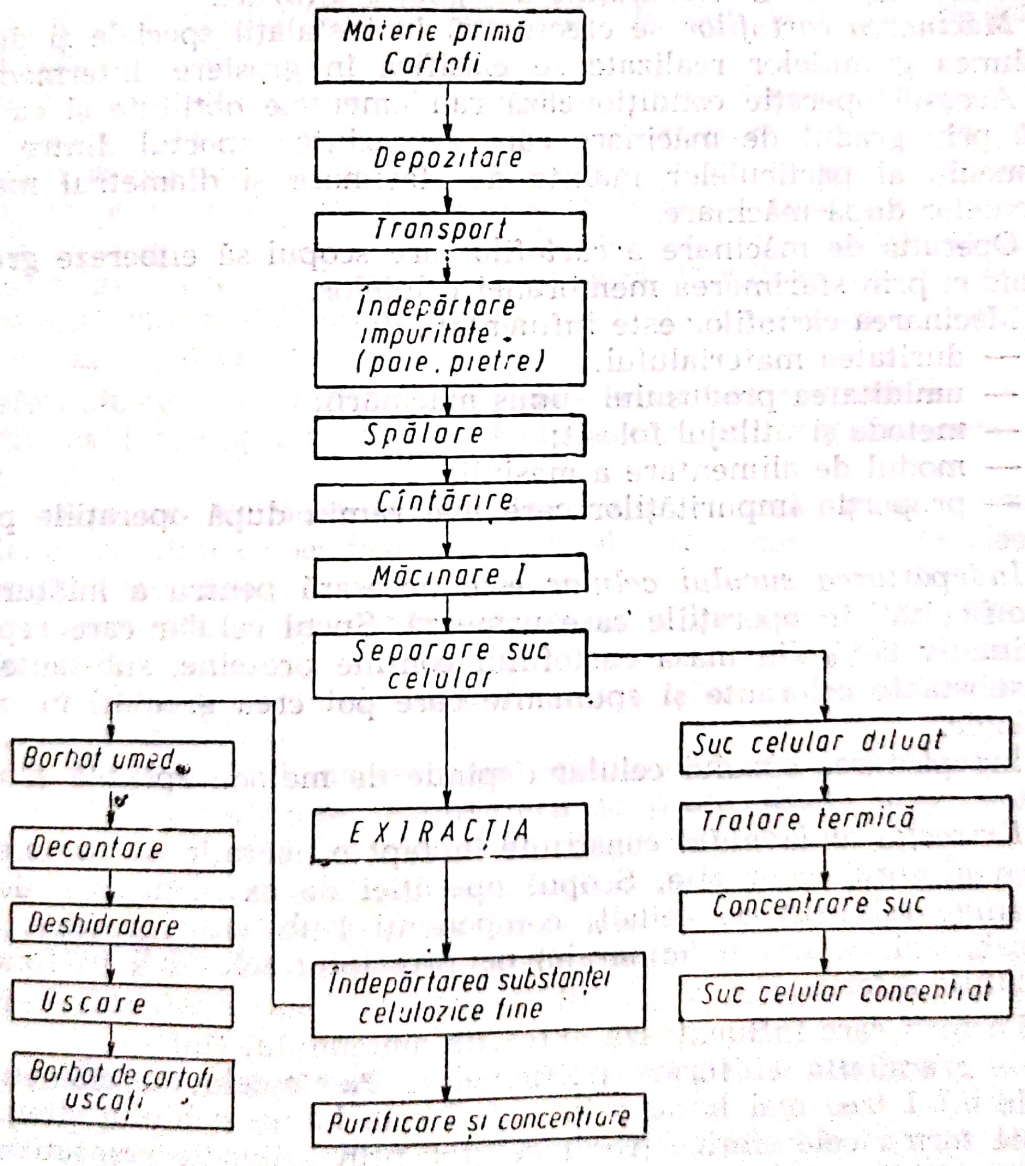


Fig. 68. Schema de principiu pentru fabricarea amidonului brut din cartofi (adaptat după Manualul Inginerului de industrie alimentară).

Scanned with OKEN Scanner

Pe principalele operații factorii de influență și scopurile urmărite sînt:

Transportul hidraulic al cartofilor depinde de:

— viteza apei (circa 2,5 m/s);
— viteza amestecului apă-cartofi (circa 0,6 m/s);
— profilul canalelor;
— dimensiunile canalelor (lățime, înălțime);
— panta de scurgere (10—12 mm/m);
— modul de amenajare a capcanelor pentru reținerea pietrelor și altor corpuri mai grele decît apa;
— cantitatea de apă folosită pentru transportul cartofilor (cca 6—7 m^3/l tonă cartofi).

Îndepărtarea impurităților este condiționată de natura și proporțiile acestora, de tipul de utilaj și dispozitivele folosite, după cum calitatea spălării depinde de instalațiile de spălare utilizate.

Măcinarea cartofilor se efectuează în instalații speciale și după dimensiunea granulelor realizate se clasifică în grosiere, intermediare și fine. Această operație condiționează randamentele obținute și ea se exprimă prin gradul de măcinare care reprezintă raportul dintre diametrul mediu al particulelor înainte de sfărîmare și diametrul mediu al particulelor după măcinare.

Operația de măcinare a cartofilor are scopul să elibereze granulele de amidon prin sfărîmarea membranei celulelor.

Măcinarea cartofilor este influențată de:

— duritatea materialului;
— umiditatea produsului supus măcinării;
— metoda și utilajul folosit;
— modul de alimentare a mașinii;
— proporția impurităților care mai rămîn după operațiile premergătoare.

Îndepărtarea sucului celular este necesară pentru a înlătura anumite dificultăți în operațiile care urmează. Sucul celular care reprezintă aproximativ 80% din masa cartofului conține proteine, substanțe minerale, substanțe colorante și spumante care pot crea greutăți în procesul tehnologic.

Îndepărtarea sucului celular depinde de metoda aplicată și utilajul folosit.

Extracția amidonului constituie în fapt o operație de cernere realizată cu ajutorul unor site. Scopul operației de extracție este de a separa amidonul brut de ceilalți componenți (substanțe proteice, celulozice, zaharuri, substanțe minerale) pe principiul selectării în funcție de granulațiile diferite.

Factorii care influențează extracția amidonului sînt:

— granulația și forma particulelor. Particulele cu diametre mai mici de 0,7 *l* trec mai lesne prin sită (*l* este latura ochiului sitei). În ce privește forma cele sferice trec mai ușor prin ochiurile respective;
— umiditatea produsului (o umiditate mai ridicată asigură o separare mai bună);

Scanned with OKEN Scanner

— compoziția amestecului (prezența unei proporții mari de substanțe cu însușiri aglutinante și lipicioase, cum sînt cele proteice provoacă astuparea ochiurilor);

— suprafața activă de cernere (raportul dintre suprafața ochiurilor și suprafața totală a sitei);

— modul de mișcare a materialului pe sită;

— felul instalației folosite;

— debitul de alimentare a instalației;

— cantitatea de apă utilizată la spălarea materialului.

Îndepărtarea substanțelor celulozice fine care au trecut în produs după operația de extracție se efectuează, de asemenea, prin intermediul unor instalații de cernere (site plane oscilante, site rotative, site curbate). Această operație depinde în cea mai mare parte de felul instalației folosite.

Substanțele celulozice rezultate sînt utilizate la obținerea borhotului de cartofi uscat.

Purificarea și concentrarea suspensiei de amidon se efectuează după îndepărtarea substanțelor celulozice fine. Purificarea se face în scopul îndepărtării impurităților fine care au trecut prin ochiuri și eliminării substanțelor proteice. Concentrarea are ca obiectiv realizarea unei suspensii de amidon cu un grad ridicat de substanță uscată corespunzător cerințelor tehnologice din fazele care urmează. Purificarea se poate efectua după mai multe sisteme care însă au la bază principiul gravitațional sau cel al forței centrifuge.

Referindu-ne la sedimentare în care separarea suspensiilor se face prin acțiunea forței gravitaționale, factorii care influențează acest proces sînt:

— viteza de sedimentare care la rîndul ei depinde de diametrul particulelor, greutatea specifică a particulelor și a mediului de dispersie și vîscozitatea mediului;

— concentrația fazei solide (aproximativ 7—8° Bé și cca 13—14% amidon);

— structura fazei solide și mai ales gradul de neuniformitate al dimensiunii particulelor;

— tendința de aglomerare este condiționată de sarcinile electrice ale particulelor (accelerarea sedimentării se poate obține prin adaos de electroliți care facilitează fenomenul de coagulare).

Purificarea și concentrarea suspensiilor de amidon cu ajutorul forței centrifuge depinde de tipul de instalație folosit (separatoare centrifugale tip Westfalia, Laval, hidrocicloane, multihidrocicloane etc.) și factorii care influențează operația de centrifugare (v. 5.5).

6.9.2. FABRICAREA AMIDONULUI DIN PORUMB

Deoarece caracteristicile boabelor de porumb sînt diferite față de cele ale cartofului unele din operații sînt diferențiate. În fig. 69 este prezentată schema de principiu a fabricării amidonului din porumb.

Scanned with OKEN Scanner

Principalele operații sînt:

Curățirea porumbului se face pentru a îndepărta resturile de coceni, pietre, pămînt și alte impurități. Această operație se execută cu ajutorul unor mașini speciale.

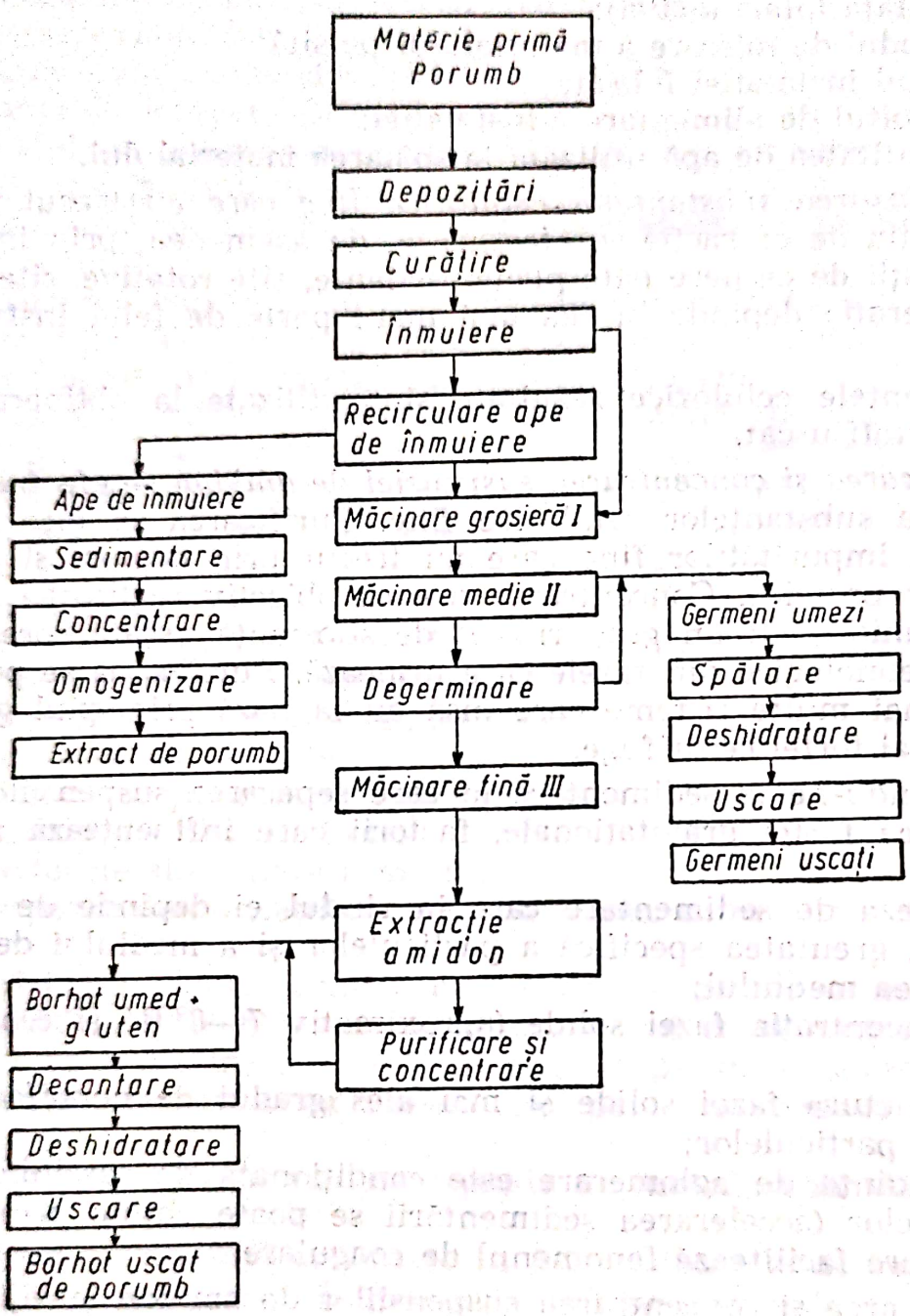


Fig. 69. Schema de principiu pentru fabricarea amidonului brut din porumb (adaptat după Manualul Inginerului de industrie alimentară).

Înmuierea porumbului constituie o operație importantă deoarece permite valorificarea completă a componenților bobului de porumb (amidon, germeni, proteine etc.).

Factorii care influențează înmuierea porumbului sînt:

— concentrația soluției de bioxid de sulf (0,15—0,25%);

— temperatura (48 și 52°C);
— durata înmuierii (variază între 40 și 60 ore în funcție de soiul de porumb și conținutul în umiditate);
— conținutul în acid lactic al apelor de înmuiere (aproximativ 0,1—0,6%; trebuie ținut seamă de dependența conținutului în acid lactic, de concentrația în SO_2);
— *p*H-ul apei de înmuiere;
— metoda de înmuiere și tipul de instalație folosită (modul de recirculare a apei de înmuiere are un rol predominant).

Ca rezultat al operației de înmuiere se poate menționa în primul rînd conținutul în umiditate al porumbului înmuiat care variază între 40 și 46%. De asemenea, sînt de interes modificările compoziției chimice a bobului în timpul înmuierii și conținutul în amidon, proteine, cenușă etc., după înmuiere comparativ cu cel înainte de înmuiere.

Măcinarea porumbului are scopul să elibereze granulele de amidon prin sfărîmarea membranei celulare. Potrivit schemei din fig. 69 măcinarea se execută în trei etape și anume: măcinarea grosieră, măcinare medie și măcinare fină. Scopul măcinării grosiere este de a asigura desprinderea germenilor și de a evita zdrobirea acestora. În această etapă se separă cca 20—25% din totalul amidonului aflat în bob iar în etapa a doua încă aproximativ 10—15%.

Măcinarea porumbului este, în general, influențată de:
— umiditatea porumbului înmuiat;
— uniformitatea alimentării;
— distanța dintre discuri;
— duritatea soiului de porumb.

Măcinarea fină trebuie să nu depășească un anumit grad de finețe care ar îngreuna procesul de extracție. Măcinarea fină depinde de tipul de utilaj folosit (mori cu discuri abrazive verticale, mori cu pietre, mori cu ciocane, mori cu discuri orizontale etc.).

Degerminarea porumbului prezintă importanță deoarece germenii au un conținut ridicat în substanțe grase (cca 50%) a căror valorificare se impune. Degerminarea se poate efectua în căzi de germinare sau cu ajutorul hidrocicloanelor.

Degerminarea în căzi se bazează pe separarea datorită diferențelor de greutate specifică și depinde de:
— concentrația materialului din aparat (13—17°Bx);
— uniformitatea alimentării și înălțimea stratului de germeni la evacuare (aproximativ 10—12 mm);
— temperatura amestecului din cada de degerminare (37—40°C);
— concentrația soluției de SO_2 (aproximativ 0,04—0,05%).

Rezultatul acestei operații poate fi apreciat prin cantitatea de germeni obținută (5—8%) față de greutatea bobului, cantitatea de substanțe celulozice (5—10%) și conținutul în amidon al germenilor spălați (maximum 7%).

Degerminarea porumbului cu hidrocicloane depinde de:
— tipul de hidrocicloane folosit;
— conținutul în umiditate al porumbului înmuiat;

Scanned with OKEN Scanner

— consistența amestecului (o consistență prea mare este în dezavantajul separării germenilor);
— debitul de evacuare.

Extracția amidonului constituie, ca și la cartofi, o operație de cernere care se execută cu ajutorul sitelor (plane, rotative, curbate). Scopul operației este de a separa amidonul liber și de a îndepărta substanțele celulozice. Glutenul nu se înlătură în această etapă deoarece mărimea particulelor de gluten (1—3 μ) este mai mică decît a granulelor de amidon.

Acest proces este influențat de:
— raportul amestecului apă-material;
— concentrația materialului obținut din ultima treaptă de măcinare (cca 20°Bx);
— temperaturile apelor de spălare în diferite etape;
— concentrația soluției de SO_2 (0,4—0,5%);
— *p*H-ul (4,3—4,5);
— tipul instalației folosite.

Purificarea și concentrarea constituie operațiunea finală în obținerea amidonului brut. Scopul operației de purificare este de a îndepărta substanțele proteice respectiv glutenul a căror dimensiuni sînt mai mici decît a granulelor de amidon (10—30 μ) și care au trecut prin ochiurile sitelor.

Ca și la amidonul obținut din cartofi purificarea se efectuează prin sedimentare sau prin centrifugare.

Sedimentarea este influențată de următorii factori:
— concentrația suspensiei (concentrațiile mici avantajează o separare mai bună, necesită însă suprafețe mari);
— gradul de puritate (o puritate mai mare prezintă, de asemenea, avantaje);
— temperatura suspensiei (o temperatură mai mare favorizează procesul de sedimentare cu condiția ca aceasta să nu depășească 38°C);
— *p*H-ul amestecului (condiția optimă este de circa 3,5; dacă *p*H-ul crește, viteza de sedimentare a amidonului scade);
— viteza de scurgere (să fie cuprinsă între 4 m/min și 10 m/min);
— dimensiunile și panta instalației;
— uniformitatea alimentării.

Purificarea prin centrifugare depinde de tipul de instalație folosit și este influențată de:
— concentrația suspensiei de amidon la intrare;
— concentrația suspensiei de amidon la ieșire;
— debitul de alimentare a suspensiei de amidon;
— debitul și presiunea apei de spălare;
— conținutul în substanță uscată a apelor de evacuare din separator.

Rezultatul este apreciat prin conținutul de proteine în apa de evacuare precum și prin conținutul de proteine în suspensia de amidon rezultată.

Scanned with OKEN Scanner

6.9.3. USCAREA ŞI OBŢINEREA PRODUSULUI FINIT

Amidonul brut obţinut din cartofi sau porumb (sau din alte cereale) prin tehnologii parţial diferenţiate este supus în continuare procesului de deshidratare şi finisare (fig. 70).

Conţinutul ridicat în apă al amidonului brut constituie un factor care împiedică conservarea produsului, astfel că cea mai mare parte din această apă trebuie eliminată.

Procesul de deshidratare al amidonului brut se efectuează prin două mijloace:

a) centrifugarea, prin care se elimină o parte din apă pe cale mecanică;

b) uscarea propriu-zisă prin care se înlătură restul de apă pînă la limita care asigură însuşiri normale produsului finit.

Îndepărtarea parţială a apei prin centrifugare poate fi efectuată în centrifugi cu funcţionare discontinuă sau centrifugi cu funcţionare continuă. Această operaţie este condiţionată de tipul de centrifugă folosită şi de factorii care influenţează această operaţie (v. 5.5).

Uscarea propriu-zisă se realizează în instalaţii speciale cu ajutorul energiei termice. Procesul de uscare are la bază echilibrul care se realizează între umiditatea produsului şi cea a mediului ambiant.

Procesul de uscare este influenţat de următorii factori:

— temperatura pe parcursul procesului de uscare (temperatura este diferenţiată în diferite etape în funcţie de conţinutul în umiditate al amidonului în etapa respectivă);

— durata de uscare (deoarece tratamentele termice prelungite au efecte nefavorabile asupra calităţii produsului se va urmări ca durata de uscare să fie cît mai redusă);

— umiditatea relativă trebuie să aibă o valoare care să asigure evaporarea apei de la suprafaţa materialului supus uscării. Este necesară îndepărtarea continuă a aerului încărcat cu vapori prin intermediul ventilaţiei;

— suprafaţa de contact a produsului cu aerul cald trebuie să fie cît mai mare. Aceasta se realizează printr-o mărunţire avansată a materialului şi prin aşezarea acestuia într-un strat cît mai subţire;

— diferenţa dintre umiditatea iniţială şi cea finală prezintă de asemenea importanţă fapt pentru care se va urmări ca înlăturarea apei prin centrifugare să fie cît mai avansată; la produsul finit se va lua în consideraţie acea umiditate care asigură conservarea produsului;

— metodele şi instalaţiile folosite (uscătoare tip tunel, uscătoare cu bandă, uscătoare cu vid etc.);

— uniformitatea alimentării uscătorului.

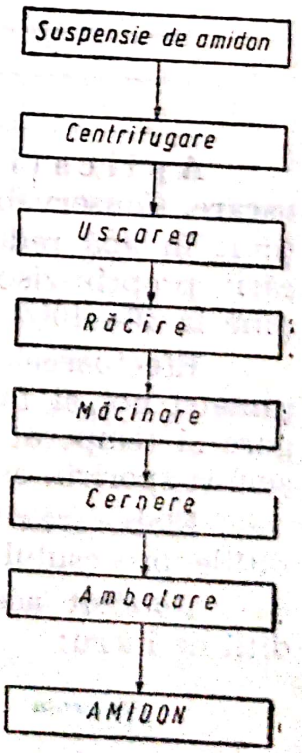


Fig. 70. Schema de uscare şi obţinerea produsului finit, amidon.

Ultimele operații care conduc la finisarea produsului sînt: răcirea amidonului, măcinarea amidonului uscat, cernerea și ambalarea.

Obiectivele generale care pot fi urmărite în procesul de fabricare a amidonului din cartofi și porumb sînt:

— aspectul produsului (finețea);
— culoarea (albă);
— miros și gust (apreciere prin note);
— conținut în umiditate (amidon din cartofi, maximum 20%; amidon din porumb, maximum 13 sau 15% în funcție de calitate);
— puncte negre pe 1 cm^2 (maximum 3 sau 10% în raport de calitate);
— aciditate (maximum 1,3—3 grade, în funcție de calitate);
— cenușă (maximum 0,2—0,6%, în funcție de calitate);
— substanțe proteice (maximum 0,05 sau 0,1% pentru amidonul din cartofi și 0,7 sau 1% pentru amidonul din porumb în raport de calitate);
— grăsimi (maximum 0,04 sau 0,08% pentru amidonul din cartofi și maximum 0,3 sau 0,4% pentru amidonul din porumb, în funcție de calitate);
— costurile de producție;
— consumuri energetice;
— randamente;
— utilizarea capacităților de producție.

6.9.4. APLICAȚII

Aplicația 24. Îmbunătățirea calității amidonului în procesul de uscare. Conservabilitatea amidonului este asigurată în condițiile unui conținut în apă redus, respectiv maximum 15%. Operația preliminară uscării propriu-zise în care conținutul în apă al amidonului, se reduce pînă la 36—40% este centrifugarea.

Efectuarea unei aplicații EVOP a avut ca scop găsirea unor parametri noi ai factorilor: umiditatea amidonului rezultat de la centrifugare și temperatura de uscare, care să asigure evitarea formării de grișuri și sporirii, astfel, a eficienței procesului.

Elaborarea variabililor experimentale s-a făcut pornind de la condițiile procesului curent astfel cum se prezintă în schema din fig. 71.

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Umiditatea (%)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	40	55
2	36	50
3	44	60
4	44	50
5	36	60

Observaţiile făcute în cele 6 cicluri sînt prezentate în tabelul 129.

Concluziile acestei aplicaţii sînt prezentate prin următoarele informaţii şi date:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

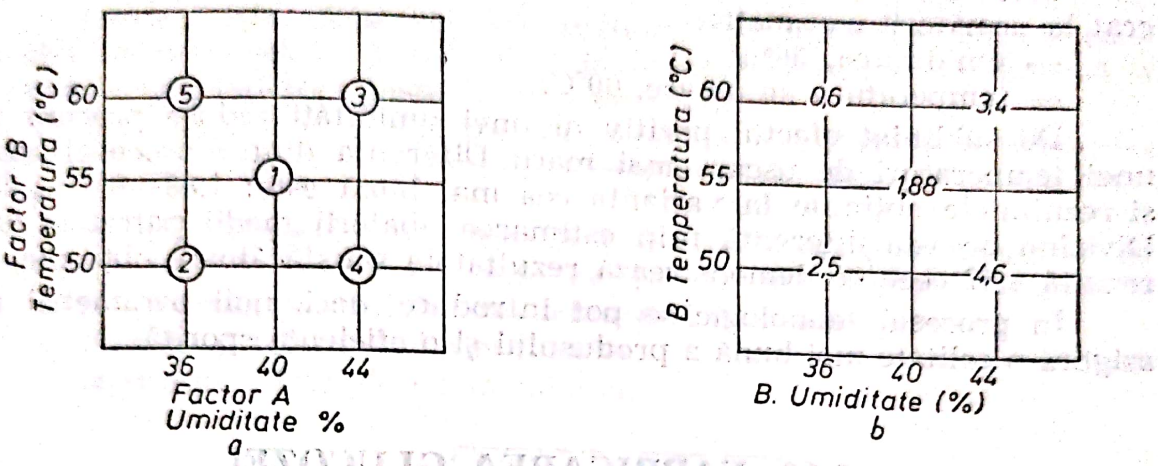


Fig. 71. Îmbunătăţirea procesului de uscare a amidonului:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obţinute (grişuri, %).

Tabelul 129

Observaţiile făcute în procesul de uscare a amidonului

(grişuri — %) $\sigma=0,36$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	2,2	2,1	3,1	4,8	0,7
$n=2$	2,1	2,9	3,7	4,4	0,6
$n=3$	2,0	2,7	3,2	4,9	0,5
$n=4$	1,7	2,3	3,6	4,3	0,8
$n=5$	1,8	2,8	3,0	4,7	0,4
$n=6$	1,5	2,2	3,8	4,5	0,6

Scop: reducerea proporţiei de grişuri şi creşterea eficienţei procesului.

Proces: uscarea amidonului.

Factori: umiditatea amidonului rezultat de la centrifugare şi temperatura de uscare a amidonului.

Rezultatele obţinute şi exprimate în procente grişuri realizate pe fiecare variantă în parte, sînt prezentate în figura 71.

Celelalte date se referă la:

Eroarea pentru medii:		±0,22
Efecte:		
Efectul umidităţii (A):	2,45	±0,22
Efectul temperaturii (B):	—1,55	±0,22
Efectul combinat al umidităţii şi temperaturii ($A\times B$):	0,35	±0,22

Efectul de schimbare a mediei:	0,72	±0,20
Evaluarea anterioară a abaterii:	0,36	
Estimarea abaterii medii patratice:	0,28	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— umiditatea, 36%;

— temperatura de uscare, 60°C.

De subliniat efectul pozitiv al unei umidități reduse precum și a unei temperaturi de uscare mai mari. Diferența dintre procesul curent și rezultatele obținute în varianta cea mai bună este: 1,88—0,6=1,28%. Divizînd această diferență prin estimarea abaterii medii patratice (0,28) rezultă 4,57 ceea ce demonstrează rezultatele satisfăcătoare obținute.

În procesul tehnologic se pot introduce, deci, noii parametrii care asigură o calitate mai bună a produsului și o eficiență sporită.

6.10. FABRICAREA GLUCOZEI

Glucoza este cel mai important dintre zaharuri pentru fiziologia vegetală și animală. Glucoza obținută pe cale industrială are diverse utilizări în industria alimentară.

Schema de principiu pentru fabricarea glucozei este prezentată în fig. 72.

Suspensia de amidon obținută în faza intermediară de fabricare a amidonului servește ca materie primă pentru obținerea glucozei.

În raport de produsul care se fabrică (glucoză solidă, glucoză lichidă, dextroză), suspensia de amidon este pregătită cu apă caldă la următoarele concentrații:

— glucoza lichidă la concentrația de 20—22°Bé;

— glucoza solidă la concentrația de 18—20°Bé;

— dextroza la concentrația de 12—13°Bé.

Suspensia de amidon se depozitează într-un vas tampon. Menținerea însușirilor suspensiei de amidon este condiționată de:

— asigurarea unei continue amestecări a conținutului (o paletă cu 20—25 rot/min);

— realizarea unei temperaturi inferioară limitei de gelatinizare a amidonului.

Hidroliza amidonului constituie o operație importantă în procesul de fabricare a glucozei deoarece aici se realizează transformarea amidonului în glucoză.

Hidroliza acidă presupune tratarea suspensiei de amidon cu acizi diluați care are ca efect ruperea lanțului macromolecular pînă la obținerea substanței de bază, glucoza. Acizii folosiți au doar rol catalitic; reacția acestui proces de transformare a amidonului în glucoză fiind:

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$

Scanned with OKEN Scanner

Hidroliza amidonului este influențată de următorii factori:

— natura acidului și concentrația acestuia (acidul clorhidric are o eficiență superioară acidului sulfuric iar concentrațiile optime se consideră a fi cuprinse între 0,02 și 0,04 *n*);

— puritatea materiei prime;

— concentrația suspensiei de amidon (are influență asupra conținutului în dextroză și a indicelui de culoare; concentrația optimă a fost arătată la pregătirea suspensiei de amidon);

— presiunea și temperatura (fierberea în autoclave sub presiunea de 1,5—2,5 at., ceea ce corespunde temperaturilor de 128 și respectiv 139°C);

— durata procesului de hidroliză (de la realizarea nivelului de presiune și pînă la descărcare este de 10—15 min pentru glucoza lichidă și 50—60 min pentru glucoza tehnică și dextroză);

— metoda și felul instalației folosite;

— modul de alimentare a instalației.

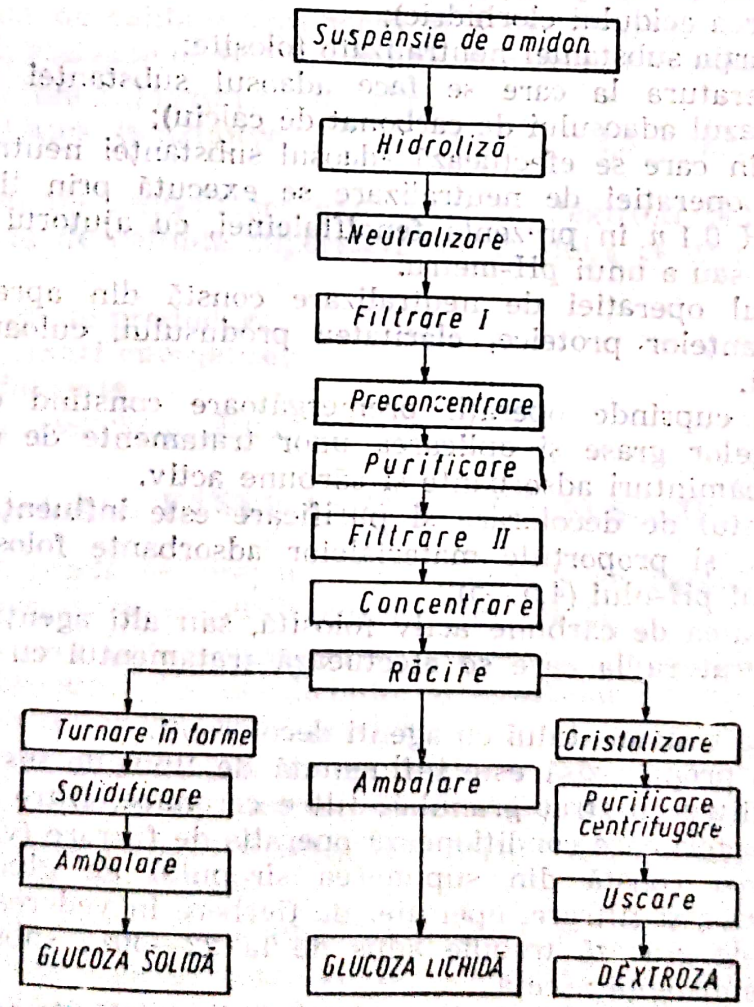


Fig. 72. Schema de principiu pentru fabricarea glucozei (adaptat după Manualul Inginerului de industrie alimentară).

Scanned with OKEN Scanner

Neutralizarea are scopul de a anihila acțiunea acizilor folosiți la hidroliza amidonului, care datorită rolului lor catalitic, se regăsesc în produs. În același timp se urmărește precipitarea substanțelor proteice care au mai rămas în suspensia brută de amidon. Prezența acizilor în produsul finit, glucoză, ar avea influențe negative în industria produselor zaharoase unde se folosește, deoarece ar provoca fenomenul de invertire a zahărului.

Operația de neutralizare este influențată de următorii factori:

— concentrația minimă de electrolit care produce coagularea, dat fiind faptul că fenomenul de stabilitate a particulelor este condiționat de sarcina electrică a acestora;

— *p*H-ul optim la care trebuie să se facă neutralizarea (variază între 4 și 6 în funcție de natura amidonului și a substanțelor proteice);

— volumul șarjei în raport de volumul căzii de neutralizare (volumul căzii trebuie să fie cel puțin cu 100% mai mare în raport de volumul șarjei);

— metoda de neutralizare folosită (neutralizarea acidului sulfuric sau neutralizarea acidului clorhidric);

— proporția substanței neutralizate folosite;

— temperatura la care se face adaosul substanței neutralizante (60—65°C în cazul adaosului de carbonat de calciu);

— modul în care se efectuează adaosul substanței neutralizante.

Sfîrșitul operației de neutralizare se execută prin titrare cu soluție de NaOH 0,1 *n* în prezența fenolftaleinei, cu ajutorul hîrtiei indicatoare de *p*H sau a unui *p*H-metru.

Rezultatul operației de neutralizare constă din aprecierea îndepărtării substanțelor proteice, claritatea produsului, culoarea și reducerea aciditații.

Filtrarea cuprinde operații premergătoare constînd din îndepărtarea substanțelor grase și aplicarea unor tratamente de decolorare și purificare cu pămînturi adsorbante și cărbune activ.

Tratamentul de decolorare și purificare este influențat de:

— natura și proporțiile materialelor adsorbante folosite;

— nivelul *p*H-ului (4,5—5);

— cantitatea de cărbune activ folosită, sau alți agenți decoloranți;

— temperatura la care se efectuează tratamentul cu agenți decoloranți;

— durata tratamentului cu agenți decoloranți.

Filtrarea propriu-zisă este influențată de tipul de instalație folosit (filtre presă, filtre cu strat granular, filtre ceramice, filtre rotative etc.) și de ceilalți factori care condiționează operația de filtrare (v. subcap. 5.4).

Evaporarea constă din supunerea siropului de glucoză, obținut după neutralizare și filtrare, operației de fierbere în vederea îndepărtării apei. Siropul de glucoză trebuie adus de la 22—30% substanță uscată la peste 80% substanță uscată.

Evaporarea siropului de glucoză este influențată de următorii factori:

— puritatea și concentrația siropului;

Scanned with OKEN Scanner

— presiunea de vapori și temperatura de fierbere;
— durata tratamentului termic;
— înălțimea stratului de lichid supus evaporării și nivelul de încărcare a aparatului;
— mărimea suprafeței de încălzire;
— eventuala formare de strat termoizolant pe suprafața de încălzire;
— tipul de instalație de evaporare folosit (evaporatoare cu simplu efect, evaporatoare cu film ascendent, evaporatoare centrifugale, evaporatoare cu plăci, evaporatoare cu efect multiplu etc.).

Operațiile care urmează evaporării reprezintă în fapt finalizarea procesului de fabricație și constă din răcirea și ambalarea glucozei lichide.

Obiectivele generale care pot fi urmărite în cazul fabricării glucozei lichide sînt:
— aspectul produsului;
— culoarea (să nu depășească coloratia etalonului nr. 10 pentru glucoza lichidă de calitate superioară și a nr. 25 pentru glucoza lichidă de calitatea I, etaloane ce sînt prevăzute în actele normative);
— umiditatea (maximum 18,5%);
— aciditatea (maximum 2,0 și respectiv 2,5 grade în raport de calitate);
— substanțe reducătoare exprimate în dextroză (32—37% pentru glucoza lichidă de calitate superioară și 32—40% pentru cea de calitatea I);
— costuri de producție;
— consumuri energetice;
— randamente;
— utilizarea capacităților de producție.

6.10.1. FABRICAREA GLUCOZEI SOLIDE

Glucoza solidă se prepară din suspensia de amidon iar procesul este asemănător cu cel al fabricării glucozei lichide.

Factorii care influențează acest proces sînt, în linii mari, cei menționați la fabricarea glucozei lichide cu următoarele sublinieri ale factorilor care condiționează acest produs:
— concentrația suspensiei de amidon (18—20°Bé sau chiar mai puțin dacă se dorește o culoare mai deschisă și o puritate mai mare);
— cantitatea de acid folosită la hidroliză (cu aproximativ 50% mai mare decît la glucoza lichidă);
— timpul de hidroliză (mai lung decît în cazul precedent);
— cantitatea de glucoză solidă sau cristalizată adăugată în procesul de solidificare pentru a forma centri de cristalizare (1—5%);
— temperatura siropului înainte de a fi turnat în forme (minimum 30°C).

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatul operației este apreciat prin durata solidificării și gradul de solidificare a siropului de glucoză. Pe lîngă factorii menționați mai sus aceste rezultate depind de densitatea siropului, puritatea acestuia, temperatura la care se execută răcirea și modalitatea prin care se asigură formarea centrilor de cristalizare.

Obiectivele generale care pot fi urmărite în cazul glucozei solide sînt similare cu cele prezentate la glucoza lichidă cu următoarele mențiuni la caracteristicile diferențiate:

— aspect (masă solidă);
— culoare (alb pînă la galben);
— umiditate (maximum 20%);
— aciditate (maximum 3 grade);
— substanțe reducătoare exprimate în dextroză (minimum 60%).

6.10.2. FABRICAREA DEXTROZEI

Dextroza este o glucoză pură (*d*-glucoza) obținută potrivit schemei prezentate în fig. 72.

Procesul tehnologic este asemănător, pînă la un anumit punct, cu al glucozei solide cu următoarele sublinieri ale factorilor care influențează acest proces:

— concentrația suspensiei de amidon (12—13°Bé);
— presiunea (2,5—3,5 at.);
— grad de puritate (90—91%; de menționat că randamentele sînt condiționate de puritate);
— *p*H-ul la neutralizare (4,7—5);
— *p*H-ul înaintea primei evaporări (4,4—4,5; corecția se face prin adăugare de acizi);
— *p*H-ul înainte de filtrarea a II-a (5—5,4; aici corecția se face cu bicarbonat de sodiu);
— *p*H-ul înainte de concentrarea finală (4,2—4,3; din nou prin acidulare);
— gradul de concentrare în evaporator (74—75° Bx; concentrația siropului nu trebuie să fie mai mică de 67%);
— temperatura la descărcarea din evaporator în răcitor înainte de turnarea în cristalizator (48—50°C);
— temperatura cristalizorului înainte de încărcare (40—45°C);
— asigurarea amestecării masei de glucoză în cristalizor (0,25—0,50 rot/min);
— cantitatea din masa ciclului anterior pentru a facilita formarea centrilor de cristalizare (aproximativ 20%);
— temperatura în cristalizor după amestecare (43—44°C);
— temperatura apei de răcire care reglează temperatura în cristalizor (30°C la început și 20°C în faza finală);
— durata ciclului de cristalizare (cca 100—120 h);

Scanned with OKEN Scanner

— concentrația siropului verde (62—63°Bx pentru produsul I și 65—67°Bx pentru produsul II);

— puritatea siropului rezultat din centrifugă — sirop verde — (77—80% pentru produsul I și 68—70% pentru produsul II);

— puritatea apei de spălare — sirop alb — (88—90%);

— puritatea masei centrifugate (99,5—99,9% pentru produsul I și 94—97% pentru produsul II);

— temperatura masei la începutul centrifugării (24—25°C pentru produsul I și 27—28°C pentru produsul II);

— pH-ul masei (4,2—4,3);

— temperatura de uscare (nu mai mare de 50°C).

Rezultatul procesului de fabricare a dextrozei poate fi apreciat prin:

— umiditate (maximum 9%);
— substanțe reducătoare (99,5%);
— cenușă (0,1%);
— randamente;
— consumuri energetice;
— costuri de producție.

6.10.3. APLICAȚII

Aplicația 25. Îmbunătățirea caracteristicii aciditate a produsului glucoză. Mulți sînt factorii care influențează operația de neutralizare, din procesul de fabricare a glucozei. Modificîndu-se factorii pH-ul la care se face neutralizarea și temperatura la care se efectuează adaosul de substanțe neutralizante și menținînd constanți ceilalți factori, s-a urmărit modul în care influențează modificarea celor doi factori asupra acidității produsului.

Schema pe baza căreia au fost elaborate variantele experimentale este prezentată în figura 73.

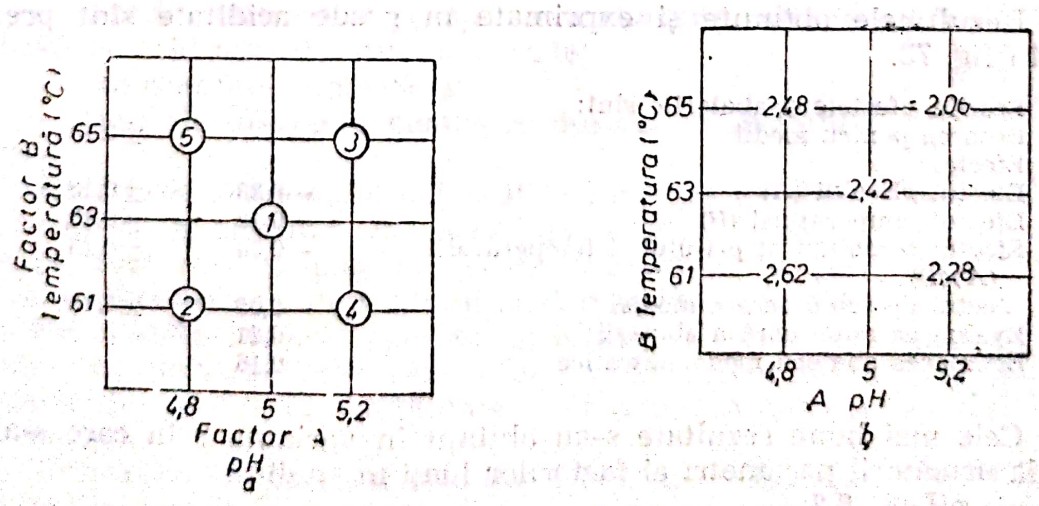


Fig. 73. Îmbunătățirea caracteristicii „aciditate":
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (aciditate, grade).

Scanned with OKEN Scanner

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* (*pH*)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	5	63
2	4,8	61
3	5,2	65
4	5,2	61
5	4,8	65

S-au efectuat 6 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 130.

Tabelul 130

Observațiile făcute în procesul de neutralizare

(aciditate — grade) $\sigma=0,21$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	2,6	2,4	2,3	2,1	2,7
$n=2$	2,5	2,7	1,9	2,2	2,3
$n=3$	2,2	2,7	2,2	2,3	2,6
$n=4$	2,3	2,8	2,1	2,5	2,4
$n=5$	2,4	2,5	1,9	2,2	2,6
$n=6$	2,5	2,6	2,0	2,4	2,3

Concluziile la aplicația 25 sînt exprimate prin următoarele date și informații sintetice:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$.

Scop: îmbunătățirea caracteristicii, aciditate.

Proces: neutralizarea în fabricarea glucozei.

Factori: *p*H-ul la care se face neutralizarea și temperatura la care se efectuează adaosul de substanțe neutralizante.

Rezultatele obținute și exprimate în grade aciditate sînt prezentate în fig. 73.

Erorile, efectele și abaterile sînt:		
Eroarea pentru medii		±0,13
Efecte:		
Efectul *p*H-ului (*A*)	—0,38	±0,13
Efectul temperaturii (*B*)	—0,18	±0,13
Efectul combinat al *p*H-ului și temperaturii (*A*×*B*)	—0,04	±0,13
Efectul de schimbare a mediei	—0,05	±0,12
Evaluarea anterioară a abaterii	0,21	
Estimarea abaterii medii patratice	0,16	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 3 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor luați în studiu:

— *p*H-ul, 5,2;

— temperatura, 65°C.

Scanned with OKEN Scanner

În vederea îmbunătățirii și mai accentuate a caracteristicii aciditate se poate trece la faza a II-a prin modificarea mai largă a celor doi factori sau se poate conchide că sîntem mulțumiți cu rezultatele obținute dat fiind faptul că aciditatea, inclusiv eroarea, se încadrează în limitele actului normativ, iar diferența dintre procesul curent și varianta 3 este 0,36 (2,42—2,06) care divizată prin estimarea abaterii medii patratice (0,16) dă valoarea de 2,25, ceea ce este satisfăcător.

6.11. FABRICAREA DEXTRINEI

Dextrina, din punct de vedere chimic, este un produs de degradare a amidonului. Se prezintă ca o pulbere și dă o soluție coloidală lipicioasă în apă. Dextrina comercială este întrebuințată pentru apretarea țesăturilor, pentru cleiuri vegetale, ca aglutinant, la lipitul etichetelor etc.

Schema de principiu pentru fabricarea dextrinei este prezentată în fig. 74.

Pe principalele operații factorii de influență și scopurile urmărite sînt:

Acidularea amidonului constituie operația prin care se asigură condiții pentru degradarea macromoleculară și transformarea în dextrină.

Factorii care influențează acidularea sînt:

— natura acidului folosit (acidul clorhidric este utilizat mai frecvent, iar acidul azotic mai rar);

— proporția de acid întrebuințată și gradul de diluție al acestuia (1/10—1/15);

— *p*H-ul amidonului și concordanța *p*H — cantitatea de acid adăugată;

— modul de pulverizare a acidului în masa de amidon;

— intensitatea amestecării;

— durata amestecării (după introducerea ultimei cantități de acid aproximativ 15 minute);

— omogenitatea umectării;

— tipul de instalație pentru acidularea amidonului, folosit.

Macerarea amidonului acidulat în care are loc difuzia completă a acidului în masa de amidon. Această operație este condiționată de timpul de macerare (cca 24 ore) și dimensiunile depozitului pentru amidon acidulat.

Rezultatele acestei operații prezintă o serie de avantaje ca: îmbunătățirea aspectului și culorii, reducerea timpului de fabricare, solubilitate mai mare și produs mai omogen.

Preuscarea amidonului acidulat constituie o operație care se recomandă a se efectua pentru a crea condiții mai bune operației imediat următoare, torefierea.

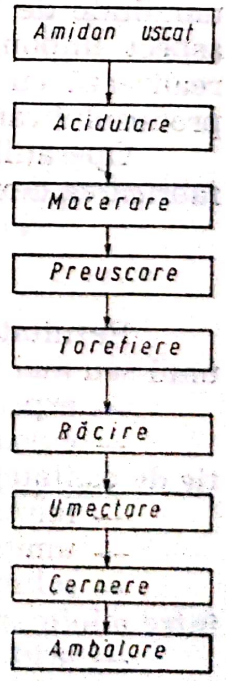


Fig. 74. Schema de principiu pentru fabricarea dextrinei.

Preuscarea amidonului acidulat este influențată de:
— tipul de instalație folosit;
— temperatura de uscare (circa 55°C);
— umiditatea relativă;
— durata uscării.

Prin preuscarea amidonului se urmărește ca umiditatea amidonului acidulat să fie redusă de la 20—25% la 5—8%.

Torefierea amidonului reprezintă o operație importantă deoarece amidonul se transformă în dextrină. Această operație este influențată de următorii factori:

— asigurarea unor temperaturi constante și diferențiate pe diferite faze ale procesului;
— amestecarea continuă a produsului;
— încălzirea uniformă a amidonului;
— tipul de instalație folosit;
— durata operației de torefiere (se preferă o durată mai mare față de una mai mică, consecința adăugării unei cantități mai mari de acid).

Dextrina obținută de la procesul de torefiere are o temperatură de 130—150°C și o umiditate de 2—3%.

Răcirea dextrinei are ca scop aducerea acesteia la o temperatură de 50—60°C. Această operație este condiționată de tipul de utilaj folosit, sistemul de răcire prevăzut și durata răcirii. După răcire umiditatea dextrinei este cuprinsă între 3 și 5%.

Umectarea dextrinei se efectuează pentru a conferi produsului o umiditate de 10% care reprezintă limita higroscopică și care asigură un aspect îmbunătățit. Umectarea dextrinei pînă la limita menționată se realizează cu ajutorul unor instalații care pulverizează aburul în masa produsului care este în continuă mișcare.

Operațiile de cernere și ambalare constituie operațiile finale în fabricarea dextrinei.

6.11.1. OBIECTIVE GENERALE

Rezultatele procesului de fabricare a dextrinei pot fi evaluate prin unul sau mai multe din următoarele obiective:

— aspectul (finețea produsului);
— culoarea (albă sau galben deschis pînă la galben închis în funcție de calitate);
— miros (caracteristic);
— umiditate (maximum 10%);
— solubilitatea în apă caldă raportată la substanța uscată (cuprinsă între minimum 93 și 95% în raport de tipul de dextrină);
— aciditatea raportată la substanța uscată (maximum 6 grade);
— solubilitatea în apă rece raportată la subtanța uscată (valori cuprinse între 35—55%; 92—95% și minimum 83% în funcție de tip);
— amidon solubil raportat la substanța uscată (42—60%; maximum 6%; maximum 10% în raport de tipul de dextrină);

Scanned with OKEN Scanner

— cenușă raportată la substanța uscată (maximum 0,8%);
— costurile de producție;
— consumuri energetice;
— randamente;
— utilizarea capacităților de producție.

6.11.2. APLICAȚII

Aplicația 26. Îmbunătățirea culorii dextrinei. În vederea îmbunătățirii culorii dextrinei s-au luat în studiu factorii:

— gradul de diluție al acidului clorhidric folosit pentru acidularea amidonului;
— timpul de macerare al amidonului acidulat.

Modificînd ușor parametrii de lucru a acestor factori s-a urmărit a se descoperi noi parametri care să conducă la o culoare superioară a produsului. Aprecierea culorii s-a făcut prin acordarea de note pe scara 1—10.

Variantele experimentale au fost elaborate potrivit schemei EVOP (fig. 75).

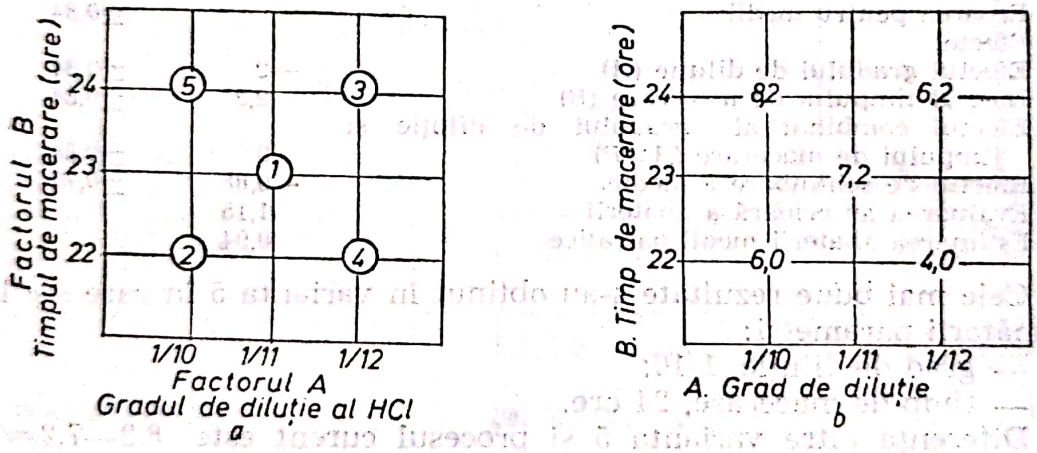


Fig. 75. Îmbunătățirea culorii dextrinei:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (note).

Au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Grad diluție	Factor B Timp macerare (ore)
1	1/11	21
2	1/10	20
3	1/12	22
4	1/12	20
5	1/10	22

S-au efectuat 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 131.

Concluziile acestor aplicații sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 131

Observațiile făcute la fabricarea dextrinei

(note) $\sigma=1,15$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	8	6	7	6	9
$n=2$	6	7	6	4	8
$n=3$	7	6	5	3	7
$n=4$	8	6	7	2	8
$n=5$	7	5	6	5	9

Scop: îmbunătățirea culorii.

Proces: acidularea amidonului și macerarea amidonului acidulat;

Factori: gradul de diluție al acidului clorhidric și timpul de macerare.

Rezultatele, exprimate în note pe scara 1—10 în raport de culoarea obținută pe fiecare variantă sînt prezentate în fig. 75.

Celelalte rezultate se referă la:

Eroarea pentru medii		$\pm 0,84$
Efecte:		
Efectul gradului de diluție (A)	—2	$\pm 0,84$
Efectul timpului de macerare (B)	2,2	$\pm 0,84$
Efectul combinat al gradului de diluție și timpului de macerare ($A \times B$)	0	$\pm 0,84$
Efectul de schimbare a mediei	—0,88	$\pm 0,75$
Evaluarea anterioară a abaterii	1,15	
Estimarea abaterii medii patratice	0,94	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— grad de diluție, 1/10;

— timp de macerare, 24 ore.

Diferența între varianta 5 și procesul curent este: 8,2—7,2=1,0.

Rezultatele obținute îndreptățesc introducerea în procesul curent a noilor parametri de lucru.

6.12. INDUSTRIA PRODUSELOR ZAHAROASE

Principalele tehnologii, factori de influență și obiective care pot să stea la baza unui experiment EVOP în industria produselor zaharoase, sînt următoarele:

6.12.1. FABRICAREA CIOCOLATEI

Din boabele de cacao se obțin printr-o valorificare completă produsele: ciocolată, praf de cacao și unt de cacao.

Scanned with OKEN Scanner

Schema tehnologică de fabricare a acestor produse este prezentată în fig. 76.

Curățirea și sortarea boabelor de cacao se execută în mașini speciale de curățat și sortat.

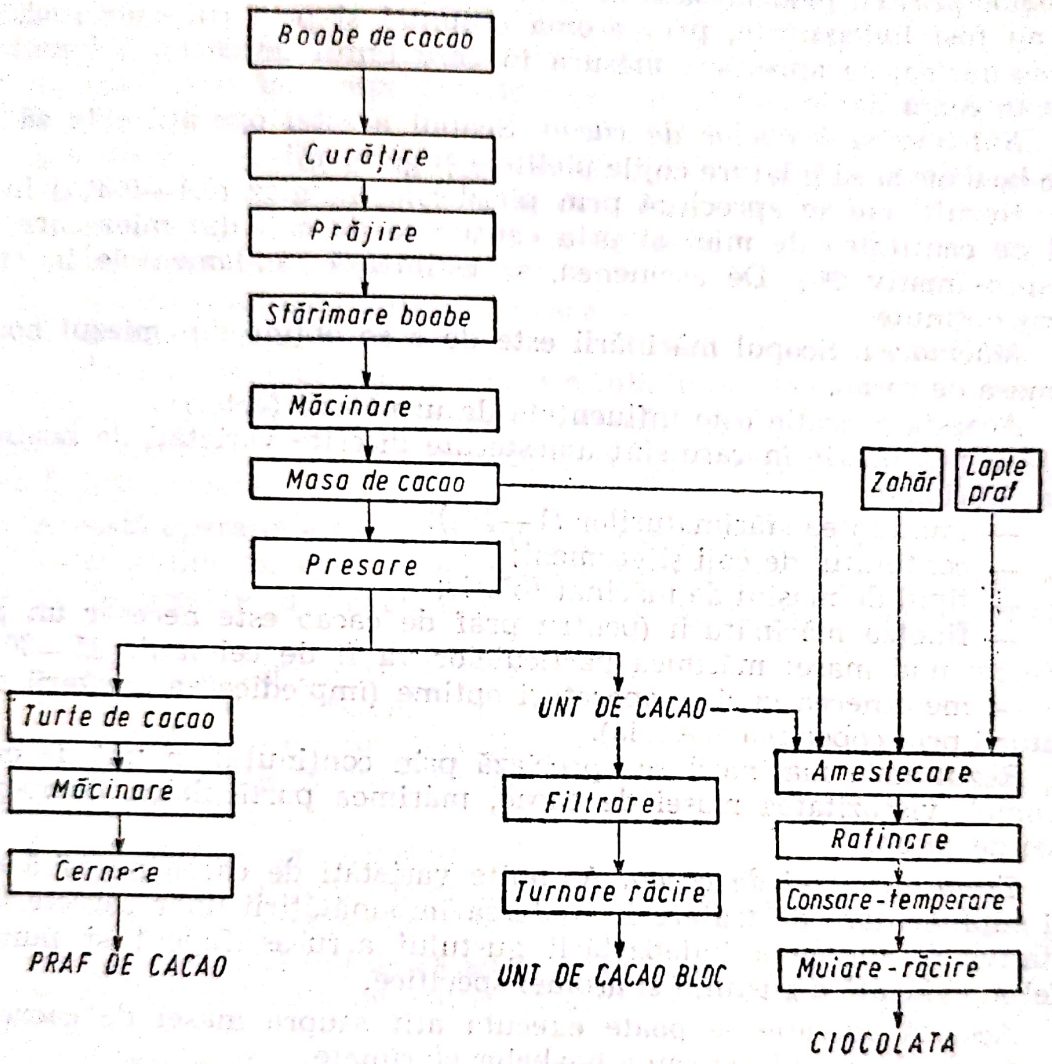


Fig. 76. Schema de fabricare a produselor din boabe de cacao.

Prăjirea boabelor de cacao. Prin prăjirea boabelor umiditatea se reduce de la 6—8% la 2—3% cît se regăsește în boabele prăjite. În același timp se produc transformări fizico-chimice și senzoriale importante.

Factorii care influențează procesul de prăjire a boabelor de cacao sînt următorii:

— caracteristicile boabelor de cacao;
— metoda de prăjire și tipul de utilaj folosit;
— temperatura de prăjire;
— durata procesului de prăjire;

Scanned with OKEN Scanner

— destinația produsului (la prăjirea boabelor destinate prafului de cacao se folosește o temperatură mai ridicată decît la cele destinate ciocolatei).

Rezultatele prăjirii se apreciază prin procentul de umiditate al boabelor prăjite, prin măsura în care substanțele cu gust și miros neplăcut au fost îndepărtate, prin aroma obținută și prin culoarea realizată. De asemenea, se apreciază măsura în care untul de cacao a trecut din miez în coajă.

Sfărîmarea boabelor de cacao. Scopul acestei operații este să sfărîme boabele și să înlăture cojile pielițele și germenii.

Rezultatele se apreciază prin pierderile în miez (0,1—0,3%) în raport de cantitatea de miez și prin cantitatea de coji din miez care este de aproximativ 2%. De asemenea, se estimează randamentele în crupe și griș obținute.

Măcinarea. Scopul măcinării este de a se obține din miezul boabelor masa de cacao.

Această operație este influențată de următorii factori:

— proporțiile în care sînt amestecate diferite varietăți de boabe de cacao sfărîmate;

— umiditatea sfărîmăturilor (1—2%);

— conținutul de coji și germeni;

— tipul de mașini de măcinat folosit;

— finețea măcinăturii (pentru praf de cacao este necesar un grad de finețe mai mare; mărimea particulelor va fi de cel mult 25—30 μ);

— menținerea unei temperaturi optime (împiedicarea creșterii temperaturii prin coborîrea acesteia).

Rezultatele măcinării se apreciază prin conținutul în unt de cacao (grăsime), vîscozitatea masei de cacao, mărimea particulelor, compoziția masei de cacao.

Tratarea masei de cacao. Anumite varietăți de cacao necesită operații suplimentare de tratare în vederea îmbunătățirii unor caracteristici calitative și anume a îndepărtării gustului acru-astringent și punerea astfel în evidență a gustului și aromei specifice.

Această operație se poate executa atît asupra masei de cacao cît și asupra boabelor întregi sau a boabelor sfărîmate.

Tratarea se poate face prin metode fizice (tratarea cu apă sau cu abur), chimice (tratarea cu acizi organici, amestecuri de acizi cu alcooli, substanțe alcaline etc.) sau biochimice (tratarea cu drojdii).

În cazul tratării chimice se pot lua în considerație următorii factori:

— felul substanței folosite sau a amestecului de substanțe;

— concentrația și cantitatea substanței folosite;

— durata tratamentului;

— temperatura la care se efectuează tratamentul;

— modul de agitare.

Presarea este o operație care potrivit schemei din figura 76 se execută în scopul obținerii turtelor de cacao și untului de cacao.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii care influențează această operație sînt:
— vîscozitatea masei de cacao;
— temperatura de lucru (70—90°C);
— umiditatea masei de cacao (aproximativ 2%);
— presiunea de lucru exercitată asupra masei de cacao (430—650 kgf/cm²);
— tipul de presă folosit;
— condițiile de temperare, turnare în forme și răcire a untului de cacao.

Rezultatele acestui proces se pot evalua prin următoarele aprecieri:
— procentul de grăsime a masei de cacao;
— procentul de grăsime a turtelor de cacao;
— culoarea untului de cacao;
— gustul și mirosul untului de cacao:
— aroma untului de cacao;
— forma cristalină sub care se prezintă untul de cacao.

Măcinarea turtelor de cacao. Măcinarea turtelor de cacao se efectuează în scopul obținerii prafului de cacao prin zdrobirea turtelor, măcinarea fină și cernere.

Această operație este influențată de următorii factori:
— condițiile în care se efectuează răcirea turtelor de cacao obținute de la presare și temperatura pînă la care sînt răcite (aproximativ 30°C);
— timpul în care se efectuează răcirea;
— conținutul în grăsime a turtelor de cacao;
— modul în care a fost tratată masa de cacao;
— temperatura prafului de cacao după măcinare și respectiv temperatura de răcire.

Ca obiective se pot urmări:
— mărimea particulelor măcinate (maximum 10 μ);
— stabilitatea suspensiei băuturii preparate din praful de cacao;
— culoarea prafului de cacao (nuanța, uniformitatea);
— gustul prafului de cacao (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— aroma prafului de cacao (plăcută, aprecierea prin note);
— conținutul în grăsime (minimum 22% sau conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea prafului de cacao (maximum 6% sau conformitatea cu actul normativ);
— conținut în celuloză (maximum 6,5% sau conformitatea cu actul normativ);
— cenușă insolubilă în HCl (conformitatea cu actul normativ);
— pH (conformitatea cu actul normativ).

Tehnologia ciocolatei. Ciocolata este un produs obținut dintr-un amestec de masă de cacao, unt de cacao, zahăr pudră cu sau fără alte adaosuri (lapte praf, creme etc.). În raport de proporțiile diferitelor componente și ale adaosurilor rezultă o gamă largă de sortimente.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii care influențează procesul de fabricare a ciocolatei și calitatea produsului sînt:

— caracteristicile masei de cacao (în special conținutul în grăsime);
— caracteristicile untului de cacao;
— raportul componentelor de cacao (masa de cacao, unt de cacao) — zahăr și eventual lapte praf;
— turația mașinii de amestecat componentele (cca 20—25 rot/min);
— durata de amestecare a unei șarje (cca 45 min);
— tipul de utilaj de amestecare folosit;
— temperatura realizată în timpul amestecării;
— vîscozitatea amestecului.

Operația de rafinare (măcinare fină) este influențată de:

— procedeul de rafinare și tipul de utilaj folosit;
— distanța dintre valțuri;
— presiunea de lucru;
— temperatura apei de răcire;

Rezultatul operației de rafinare se măsoară prin gradul de finețe a particulelor obținute (particulele nu trebuie să fie simțite în gură).

Operația de conșare constă dintr-o tratare la cald a masei de ciocolată care a fost mărunțită și este influențată de următorii factori:

— temperatura de conșare (variază între 55—90°C);
— durata de conșare (variază între 24—72 ore);
— asigurarea unei vîscozități corespunzătoare a masei de ciocolată (viscozitatea este influențată la rîndul ei de umiditatea masei, proporția de unt de cacao folosită, eventualul adaus de lecitină, proporțiile acesteia și momentul adăugării);
— metoda de conșare folosită (conșare umedă, conșare uscată);
— tipul de mașină folosit;
— intensitatea agitării.

Rezultatele conșării sînt evaluate prin:

— gustul și aroma masei de ciocolată;
— finețea produsului;
— densitatea relativă a masei de ciocolată (scade de la 1,3019 la 1,2676);
— diminuarea acidității masei.

Faza tehnologică care urmează este modelarea ciocolatei și cuprinde trei operații: temperarea, turnarea în forme și răcirea ciocolatei.

Temperarea este influențată de următorii factori:

— intensitatea agitării;
— temperaturile la care se efectuează tratamentul și temperatura agentului de răcire;
— vîscozitatea masei.

Prin temperare se urmărește realizarea unui gust bun, a unei structuri fine cristaline și a unui luciu și aspect atrăgător. De asemenea, trebuie să aibă o duritate caracteristică și o fragilitate potrivită.

Mularea masei de ciocolată este operația prin care se conferă produsului forma dorită și aceasta este influențată de:

— temperatura ciocolatei la turnare;

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura formelor folosite pentru mulare (trebuie să fie cu cca 2—3°C mai mică decît aceea a ciocolatei temperate);
— metoda de mulare folosită (manuală, mecanizată).

Răcirea ciocolatei în forme reprezintă operația care urmează și ea depinde de:
— temperatura realizată pe parcursul procesului de răcire;
— timpul în care se face răcirea;
— umiditatea relativă a aerului;
— conținutul în grăsime al ciocolatei (de care depinde punctul de solidificare al ciocolatei);
— forma tabletelor de ciocolată.

De modul în care se face răcirea depinde aspectul (culoare și luciu) și consistența ciocolatei.

6.12.1.1. OBIECTIVE GENERALE

Obiectivele generale care pot fi urmărite sînt următoarele:
— aspectul exterior (luciul, prezența eventualelor pete, bule de aer);
— aspectul în secțiune (omogenitate);
— culoarea (nuanța în raport de sortiment, uniformitatea);
— consistența (fermă, comportarea la rupere: casantă);
— miros și gust (caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— umiditatea (maximum 2%);
— grăsime (în funcție de sortiment variază între minimum 26 și 29%);
— zahăr total (în funcție de sortiment variază de la maximum 44% la maximum 60%, sau conformitatea cu actul normativ);
— pH (5,5—6,5);
— cenușă totală (maximum 2%);
— cenușă însolubilă în HCl (maximum 0,15%);
— costurile de producție;
— consumuri energetice;
— utilizarea capacităților de producție;
— consumuri specifice.

6.12.2. FABRICAREA HALVALEI

Halvaua este un produs cu structura fibroasă realizat din amestecul tahînului cu halvița. Tahînul este un semifabricat obținut din semințe de floarea-soarelui, susan sau alte semințe iar halvița reprezintă un produs preparat din sirop de zahăr și glucoză amestecat cu spuma obținută din extractul de ciuin.

Halvaua reprezintă un produs cu o ridicată valoare nutritivă (glucide 30—35%, lipide 30—35%, proteine 15—20%).

Se pot realiza diferite sortimente de halva în raport de natura semințelor (halvaua din susan, halvaua de floarea-soarelui) sau adaosurile ce se fac (cacao, ciocolată, alune, nuci, fructe zaharate etc. halva cu alune, halva cu nuci etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Pe principalele operații scopurile urmărite și factorii de influență sînt:

Prepararea tahînului. Operațiile premergătoare constă în curățirea și sortarea semințelor, separarea după mărime, separarea după greutatea specifică, îndepărtarea prafului, descojirea semințelor de floarea-soarelui (susan) și spălarea miezului de floarea-soarelui (susan).

În fazele care urmează (prăjirea semințelor, răcirea și măcinarea miezului și obținerea tahînului) se pot menționa următorii factori care influențează aceste operații:

— temperatura de prăjire și evoluția acesteia (limita de temperatură care trebuie atinsă este de 115—120°C);
— durata prăjirii;
— tipul de prăjitor folosit;
— temperatura pînă la care se face răcirea miezului prăjit (40—60°C);
— tipul de instalație folosit pentru măcinare;
— eventualul adaos de ulei de floarea-soarelui la măcinare pentru a asigura conținutul minim în ulei.

În obținerea tahînului de floarea-soarelui se au în vedere următoarele caracteristici:

— conținutul în ulei (60—65%);
— vîscozitatea;
— mărimea particulelor din masa de tahîn (<100 μ);
— umiditatea măcinăturii (1—2%);
— culoarea tahînului (gălbuie-cenușie);
— gustul și aroma;
— randamentul în tahîn (circa 40%).

Pentru tahînul de susan aceste caracteristici sînt:

— conținut în grăsime (60—66%);
— umiditatea măcinăturii (circa 1,5%);
— mărimea particulelor de tahîn (<300 μ);
— culoarea (cu nuanță mai deschisă decît a tahînului de floarea-soarelui);
— gustul și aroma;
— randamentul în tahîn (cca 70%).

Prepararea halviței. Prepararea extractului de ciuin este influențată de:

— calitatea rădăcinilor de ciuin;
— umiditatea ciuinului (maximum 13%);
— temperatura apei în care se țin rădăcinile (60—70°C);
— durata menținerii în apă caldă (10—15 min);
— mărimea bucăților rezultate după sfărîmare (cca 3—4 cm lungime);
— numărul fierberilor care se execută și durata acestora.

Prin această operație se urmărește obținerea unui extract cu densitatea de 1,05, substanță uscată cca 10%, culoare cafenie închisă, miros specific. Randamentul în extract trebuie să fie de aproximativ 25%.

Scanned with OKEN Scanner

Prepararea siropului depinde de:

— raportul zahăr-glucoză;
— temperatura de fierbere;
— durata de fierbere;
— momentul adăugării glucozei;
— instalația în care se efectuează fierberea (cazane duplicate sau aparate de fierbere sub vid).

În legătură cu prepararea siropului se urmărește substanța uscată a siropului, conținutul în zahăr invertit, umiditatea și culoarea siropului.

Transformarea siropului în halviță se efectuează în instalații speciale numite halvițiere și această operație este influențată de:

— proporția de extract de ciuin introdusă (circa 2%);
— durata malaxării (15—20 min);
— temperatura atinsă de sirop în timpul malaxării.

Masa de halviță trebuie să aibă anumite caracteristici din punct de vedere al culorii, structurii și vîscozității.

Frămîntarea halvalei constituie etapa finală în fabricația halvalei și este influențată de următorii factori:

— proporția tahîn-halviță;
— proporția unor eventuale adaosuri (alune, nuci, vanilină etc.);
— temperatura la care se introduce tahînul (40—45°C);
— temperatura halviței (cca 100°C);
— temperaturile în diferite etape ale amestecării;
— durata amestecării;
— metoda de frămîntare folosită (manuală, mecanică).

Obiectivele generale care pot fi urmărite în procesul de fabricare a halvalei sînt:

— aspect (structură, uniformitate);
— culoare (nuanța, uniformitatea, caracteristică unor sortimente cu adaosuri);
— consistența (compactitatea, fărîmițarea);
— gust, miros (caracteristic sortimentelor, apreciere prin note);
— aroma (specifică semințelor folosite și adaosurile făcute, apreciere prin note);
— umiditatea (maximum 4%);
— grăsime (maximum 32%);
— zahăr total (maximum 35% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr invertit (maximum 20% sau conformitatea cu actul normativ);
— cenușă (maximum 2%);
— rămășițe din coji de semințe (maximum 0,08%);
— costuri de producție;
— consumuri specifice;
— utilizarea capacităților de producție.

Scanned with OKEN Scanner

6.12.3. FABRICAREA BOMBOANELOR TARI STICLOASE

Pe operații factorii de influență și scopurile urmărite sînt:

Prepararea siropului depinde de:

— raportul între zahăr și siropul de glucoză;
— metoda de preparare (discontinuă, continuă);
— temperaturile folosite în timpul fierberii;
— substanța uscată ce se urmărește a se realiza (84—86%) și respectiv umiditatea (14—16%).

Obținerea masei de caramel este influențată de:

— instalația în care se efectuează concentrarea siropului (la presiunea atmosferică, sub vid);
— temperatura realizată în timpul concentrării;
— durata concentrării.

Caracteristicile urmărite la masa de caramel sînt:

— substanța uscată a masei de caramel (97—99%);
— culoarea (este de dorit o culoare cît mai deschisă și dacă e posibil chiar incoloră);
— vîscozitatea.

Prelucrarea masei de caramel constituie operația care urmează și ea este condiționată de:

— temperatura pînă la care este răcită masa de caramel după descărcare (80—90°C);
— timpul în care se efectuează răcirea;
— proporția de coloranți, arome și acizi adăugați și temperaturile la care se face adaosul pentru fiecare din acestea;
— modul în care se efectuează frămîntarea;
— temperatura menținută în timpul frămîntării.

Formarea bomboanelor se efectuează prin presare cu ajutorul valțurilor prin rulare, calibrare, presare și tăiere.

Finisarea bomboanelor sticloase prin brumarea acestora asigură stabilitatea produsului în timp. Operația constă în acoperirea bomboanelor cu un strat fin de cristale mici de zahăr.

Obiectivele generale care se pot urmări sînt:

— aspectul exterior (uniformitatea formei, brumarea, dacă sînt lipicioase la pipăit);
— aspectul interior (sticlozitatea, colorit, dacă sînt casante);
— culoarea (nuanța, uniformitatea);
— gust (caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— aroma (intensitatea în raport de aroma adăugată și aprecierea acesteia prin note);
— număr de bucăți la 1 kg;
— zahăr total (minimum 77% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr invertit (maximum 21%);
— aciditatea pentru bomboanele acidulate (minimum 0,7% exprimat în acid citric);
— umiditatea (maximum 1,5%);
— cenușă insolubilă în HCl 10% (maximum 0,1%);

Scanned with OKEN Scanner

— costuri de producție;
— consumuri specifice;
— consumuri energetice.

6.12.4. FABRICAREA BOMBOANELOR UMPLUTE

Bomboanele umplute sînt formate din umplutura din interiorul bomboanei și din învelișul exterior constituit din masa de caramel.

Fabricarea bomboanelor umplute este influențată de:
— natura, caracteristicile și proporțiile materialelor folosite ca umplutură;
— conținutul în zaharuri a umpluturii (65—75%);
— omogenitatea umpluturii;
— proporția umpluturii (22—35%);
— numărul straturilor de masă de caramel care constituie învelișul bomboanelor.

În legătură cu scopurile ce se pot urmări se pot fixa unul sau mai multe din următoarele obiective generale:
— aspect exterior (formă, mărime, uniformitate etc.);
— culoarea (nuanța, uniformitatea);
— gust (plăcut, caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— miros (plăcut, specific, fără miros străin);
— consistența învelișului (caracteristic sortimentului, uniformitate);
— consistența umpluturii (corespunzătoare sortimentului; caracterizare: fluidă, vîscoasă, păstoasă);
— umiditatea în umplutură (conformitatea cu actul normativ);
— zahăr direct reducător în învelișul de caramel (maximum 25—30% funcție de sortiment sau conformitatea cu actul normativ);
— grăsime în umplutură (minimum 6—25% funcție de sortiment sau conformitatea cu actul normativ);
— grăsime în învelișul de ciocolată (minimum 29—31% funcție de sortiment sau conformitatea cu actul normativ);
— proporția de ciocolată la bomboanele cu ciocolată (minimum 15% sau conformitatea cu actul normativ).

6.12.5. FABRICAREA DRAJEURILOR

Drajeurile sînt produse de dimensiuni mici, avînd forma sferică sau ovoidă și suprafața lucioasă. Fabricarea drajeurilor se efectuează prin învelirea nucleului cu pudră de zahăr care se fixează prin intermediul unui sirop de zahăr-glucoză.

Pe operațiile principale factorii de influență sînt:
— modul de formare a nucleelor;
— temperaturile de fierbere a soluțiilor de zahăr (104—105°C) și de concentrare a siropului (110—112°C);
— substanța uscată a siropului concentrat (80—82%);
— temperatura pînă la care se răcește siropul (circa 60°C);

Scanned with OKEN Scanner

— eventualele cantități de alcool (circa 5%), lapte, cafea etc., adăugate siropurilor concentrate;
— proporțiile și felul coloranților și aromelor folosite;
— modul de turnare a siropului în forme și regimul termic aplicat în diverse faze ale acestei operații;
— turația turbinei de drajare (10—26 rot/min);
— modalitatea de lustruire a drajeurilor.

Scopurile urmărite pot fi unul sau mai multe din următoarele:
— gustul nucleului (dulce, dulce acrișor etc., apreciere prin note);
— culoarea nucleului (nuanța, uniformitatea);
— consistența nucleului (sfărîmicioasă, gelatinoasă etc.);
— aspectul învelișului (forma, suprafața netedă, lucioasă etc.);
— consistența învelișului (casantă, tare, fragedă);
— gustul învelișului (corespunzător materialelor folosite);
— culoarea învelișului (nuanța, uniformitatea);
— umiditatea în înveliș (maximum 2 sau 3% în funcție de sortiment);
— aciditate totală exprimată în acid citric (minimum 0,1 sau 0,3% în funcție de sortiment);
— proporția de înveliș (minimum 40 sau 50% în funcție de sortiment);
— cenușă insolubilă în HCl (maximum 0,1%);
— costuri de producție, consumuri energetice, consumuri specifice etc.

6.12.6. PRODUSE ZAHAROASE DIN MASA DE FONDANT

Masa de fondant este un semifabricat folosit la fabricarea de bomboane fondante, șerbet etc. Masa de fondant se obține dintr-un amestec de zahăr, sirop de glucoză și apă care după fierbere și răcire, este transformat prin frecare într-o masă albă, care încălzită la 60—65°C permite modelarea în diferite forme.

Fabricarea masei de fondant este influențată de următorii factori:
— proporția de zahăr-sirop de glucoză-apă;
— temperatura de batere a fondantului;
— durata de batere a fondantului;
— intensitatea baterii;
— timpul în care se face răcirea;
— umiditatea fondantului;
— tipul de instalație în care se fabrică masa de fondant.

Rezultatul acestei operații se poate urmări prin mărimea cristalelor de zahăr (3—5 μ), vîscozitatea, culoare, aspect etc.

6.12.7. FABRICAREA ȘERBETULUI

Șerbetul este un produs obținut din masa de fondant cu adaos de coloranți, arome, sucuri de fructe etc.

Scanned with OKEN Scanner

Fabricaţia şerbetului depinde de:
— calitatea şi proporţia adaosurilor;
— cantitatea de acid adăugată;
— momentul în care se efectuează adaosurile;
— temperatura masei de şerbet pentru turnare.
Rezultatele fabricării şerbetului se pot referi la:
— aspect (omogenitate, uniformitatea repartizării adaosurilor etc.);
— consistenţa (precizarea gradului de consistenţă);
— culoare (nuanţa, uniformitatea);
— gust (plăcut, caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— miros (plăcut, specific sortimentului, fără miros străin);
— proporţia adaosurilor (conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea (maximum 15% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr total exprimat în zahăr invertit (minimum 60 sau 75% funcţie de sortiment sau conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producţie, consumuri specifice etc.

6.12.8. FABRICAREA BOMBOANELOR FONDANTE SIMPLE

Fabricarea bomboanelor fondante simple este influenţată de următorii factori:
— temperatura masei de fondant pentru turnare;
— calitatea şi proporţia adaosurilor;
— temperatura (25—28°C) şi umiditatea pudrei de amidon (5—9%);
— umiditatea masei de fondant;
— felul în care se execută operaţia de finisare (candisarea şi glasarea).
Obiectivele ce se pot urmări sînt:
— aspect exterior (formă, mărime, prezenţa stratului protector de zahăr cristalizat);
— culoare (nuanţa, uniformitatea);
— aspect interior (omogenitatea, uniformitatea culorii);
— consistenţa (cremantă, caracteristică);
— gust (plăcut, caracteristic, aprecierea prin note);
— aromă (plăcută, specifică sortimentului, aprecierea prin note);
— zahăr total (minimum 80% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr direct reducător (maximum 12% sau conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea (maximum 12% sau conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producţie, consumuri specifice etc.

6.12.9. FABRICAREA BOMBOANELOR FONDANTE UMPLUTE

Bomboanele fondante umplute au în interior un nucleu de altă compoziţie învelit într-o masă de fondant.
Fabricarea acestora şi calitatea lor este influenţată de:
— natura materialelor folosite pentru prepararea nucleului şi proporţia adaosurilor;

Scanned with OKEN Scanner

— calitatea amidonului folosit pentru turnarea nucleelor;
— durata de timp în care nucleele sînt învelite;
— temperatura nucleelor la învelire;
— umiditatea masei de fondant folosită pentru învelirea nucleelor (circa 10%);
— conținutul în zahăr invertit al masei de fondant (<9%);
— modul de pregătire a masei de fondant pentru acoperirea nucleului;
— felul în care se execută operațiile de finisare (candisarea și glasarea).

Obiectivele generale care se urmăresc în fabricarea bomboanelor fondante sînt:
— aspect exterior (mărime, formă, integritate, luciu);
— aspect interior (omogenitatea);
— consistența (moale, nelipicioasă);
— culoarea (nuanța, uniformitatea);
— gust (plăcut, specific sortimentului, apreciere prin note);
— aromă (plăcută, caracteristică sortimentului, apreciere prin note);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— zahăr direct reducător în înveliș (conformitatea cu actul normativ);
— grăsime (conformitatea cu actul normativ);
— conținut de umplutură (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.12.10. FABRICAREA PRODUSELOR ZAHAROASE GELIFICATE

Produsele zaharoase gelificate reprezintă o grupă de produse importante cu un sortiment variat sub aspectul compoziției, culorii și formei. Caracteristica acestor produse o constituie textura elastică datorită unor substanțe gelifiante: pectine, agar-agar, gelatină, amidon, guma arabică.

Rolul substanțelor gelifiante este de a lega apa în prezența zahărului și altor adaosuri conferind acea structură caracteristică.

6.12.10.1. FABRICAREA JELEURILOR

A. Fabricarea jeleurilor cu agar-agar:

Fabricarea jeleurilor cu agar-agar este influențată de următorii factori:
— calitatea agar-agarului și proporțiile adăugate (0,8—2 kg pentru 100 kg produs);
— proporțiile celorlalte adaosuri (zahăr 50—65 kg, sirop 25—40 kg acid, coloranți, arome etc.);
— proporția firelor de agar-agar-apă (aproximativ 1 : 30);
— tratamentul termic aplicat;
— conținutul de substanță uscată din gel (74—76%);

Scanned with OKEN Scanner

— momentele în care se adaugă celelalte materiale: zahăr, sirop de glucoză, aromă, colorant, acid;
— temperatura masei de jeleu la turnare (40—50°C);
— modalitatea de turnare a masei gelificate în forme;
— temperatura la care stau jeleurile după turnare;
— modul de finisare.

B. Fabricarea jeleurilor cu substanțe pectice:

Fabricarea jeleurilor cu substanțe pectice depinde de:
— proporția pectină-zahăr-acid;
— calitatea pectinei;
— *p*H-ul (3,1—3,3);
— concentrația produsului (circa 76—78°Bx);
— momentele în care se adaugă pectina, acidul, coloranții, aromele etc.;
— temperatura la care se face turnarea jeleurilor (circa 90°C);
— mărimea șarjelor;
— proporția de zahăr invertit (maximum 30%);
— durata fierberii;
— modul de finisare.

C. Fabricarea jeleurilor cu gelatină:

Fabricarea jeleurilor cu gelatină este influențată de:
— modul de pregătire a gelatinei;
— proporțiile materialelor folosite (zahăr, sirop de glucoză, gelatină, acid citric etc.);
— momentele în care se adaugă gelatina, acidul, colorantul etc.;
— regimul termic aplicat;
— proporția de zahăr invertit;
— *p*H-ul amestecului;
— modul de finisare.

Jeleurile cu gelatină conțin 7—10% gelatină și maximum 15% umiditate.

După depudrare și spălare jeleurile se usucă. Această operație este influențată de temperatura de uscare (circa 50°C), umiditatea relativă (20—40%), durata de uscare (4—6 ore), modul de aburire și mărimea cristalelor de zahăr folosite (0,5—0,8 mm).

Obiectivele generale care se pot urmări sînt următoarele:
— aspect exterior (formă, mărime, uniformitate);
— aspect interior (caracterizare: translucid, opac etc.);
— culoarea (nuanța, concordanța cu sortimentul și aroma);
— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— aroma (plăcută, specifică sortimentului, apreciere prin note);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea exprimată în acid citric (minimum 0,6% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr total exprimat în zahăr invertit (minimum 60% sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr direct reducător (conformitatea cu actul normativ).

Scanned with OKEN Scanner

Pentru jeleuri trase în fondant: conformitatea cu actul normativ pentru caracteristicile fizico-chimice. Ca și la celelalte produse se pot urmări costurile de producție, consumurile specifice, consumurile energetice, capacitățile de producție etc.

6.12.11. FABRICAREA RAHATULUI

Aceste produse sînt caracterizate prin faptul că gelificarea se obține dintr-un amestec de sirop de zahăr și amidon iar conținutul în substanța uscată este ridicat. Din aceeași categorie de produse face parte sugiucul care are formă de batoane iar în mijloc miez de nucă.

Factorii care influențează procesul de fabricare a rahatului sînt:

— calitatea și proporțiile adaosurilor (zahăr, sirop de glucoză, amidon, acid citric etc.);
— raport zahăr-sirop de glucoză;
— modalitatea de preparare a laptelui de amidon;
— durata fierberii;
— momentul adăugării acidului;
— momentul și felul în care se efectuează aromatizarea și colorarea;
— temperatura la care se efectuează răcirea produsului (12—20°C).

În ce privește obiectivele care se pot urmări acestea pot fi:

— aspect exterior (acoperirea cu praf de zahăr, lipsă urme de umezeală);
— aspect interior (uniformitatea culorii);
— consistența (caracterizare: elastică, gelatinoasă etc.);
— culoarea (nuanța, uniformitatea, corespunzătoare sortimentului și aromei);
— gust (plăcut, caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— aromă (specifică sortimentului, apreciere prin note);
— umiditate (maximum 18—20% funcție de sortiment sau conformitatea cu actul normativ);
— zahăr direct reducător (conformitatea cu actul normativ);
— zahăr total (conformitatea cu actul normativ);
— proporția adaosurilor (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.12.12. APLICAȚII

Aplicația 27. Îmbunătățirea gustului și aromei masei de ciocolată. Operația de conșare care constă din tratarea la cald a masei de ciocolată este importantă în dezvoltarea și finisarea unor caracteristici esențiale (gust, aromă, finețe etc.). Dintre factorii care influențează această operație s-a considerat că temperatura de conșare și durata de conșare au un rol însemnat. Menținînd constanți ceilalți factori s-au adus modificări celor doi factori menționați și s-a urmărit modul în care influențează aceste modificări asupra gustului și aromei.

Scanned with OKEN Scanner

Aprecierea gustului și aromei s-a făcut prin note, acordîndu-se atît pentru gust cît și pentru aromă note pe scara 1-10. Nota maximă fiind deci 20.

Elaborarea variantelor experimentale s-a făcut potrivit schemei din fig. 77.

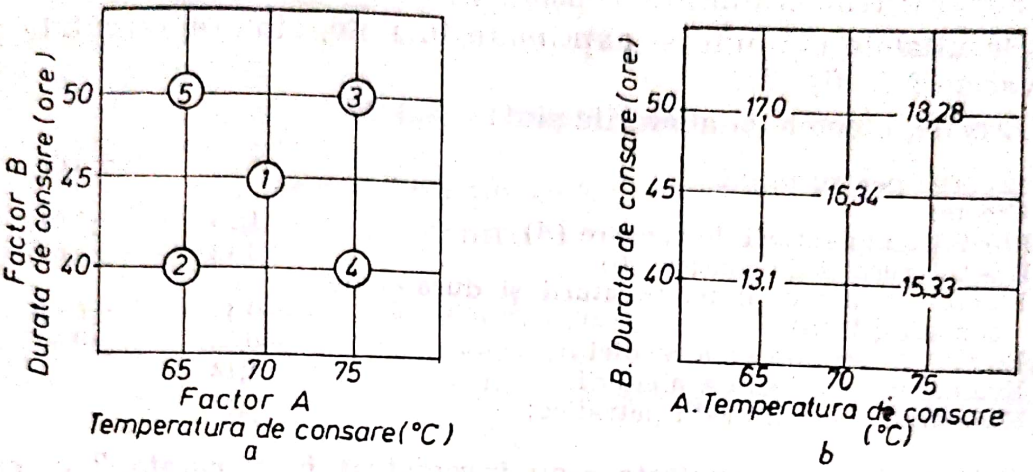


Fig. 77. Îmbunătățirea calității masei de ciocolată:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (note).

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Temperatura de conșare (°C)	*Factor B* Durata de conșare (min)
1	70	45
2	65	40
3	75	50
4	75	40
5	65	50

Au fost efectuate 7 cicluri iar observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 132.

Tabelul 132

Observațiile făcute la operația de conșare

(punctaj) $\sigma = 1,14$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	14,9	14,4	19,0	15,5	17,8
$n=2$	17,4	12,3	17,5	17,1	16,1
$n=3$	15,7	13,5	19,2	16,3	18,1
$n=4$	16,9	12,8	17,1	15,4	17,6
$n=5$	15,4	12,6	18,7	14,1	15,9
$n=6$	17,1	13,4	17,7	14,2	16,4
$n=7$	17,0	12,7	18,8	14,7	17,1

Scanned with OKEN Scanner

Concluziile acestui experiment pot fi redate prin următoarele date și informații:

Faza I; ultimul ciclu $n=7$.

Scop: îmbunătățirea gustului și aromei masei de ciocolată;

Proces: conșarea masei de ciocolată.

Factori: temperatura de conșare și durata de conșare.

Rezultatele obținute și exprimate în note, sînt reprezentate pe fiecare variantă în fig. 77.

Erorile, efectele și abaterile sînt:

Eroarea pentru medii		±0,67
Efecte:		
Efectul temperaturii de conșare (A)	1,75	±0,67
Efectul duratei de conșare (B)	3,42	±0,67
Efectul combinat al temperaturii și duratei de conșare ($A \times B$)	—0,47	±0,67
Efectul de schimbare a mediei	—0,33	±0,60
Evaluarea anterioară a abaterii	1,14	
Estimarea abaterii medii patratice:	0,88	

Cele mai bune rezultate s-au înregistrat în varianta 3 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— temperatura de conșare, 75°C;

— durata de conșare, 50 ore.

Diferența dintre rezultatul obținut în varianta 3 și procesul curent este 1,94 (18,28—16,34), valoare ce poate fi considerată semnificativă și care îndreptățește introducerea în procesul tehnologic a noilor parametri.

De subliniat efectul predominant al duratei de conșare, fără însă a neglija și efectul temperaturii de conșare. O eventuală fază a II-a respectiv o modificare în continuare a celor doi factori ar putea avea ca rezultat o ameliorare suplimentară a gustului și aromei.

6.13. INDUSTRIA ULEIURILOR

Materiile prime, respectiv plantele oleaginoase care se folosesc în industria uleiului sînt: floarea-soarelui, soia, ricinul, inul și rapița. Se mai întrebuințează germeni de porumb și semințele de dovleac.

Procesele pentru obținerea uleiului fiind multe și complexe se va prezenta pe fiecare operație în parte factorii mai importanți și scopurile urmărite pentru a se putea elabora pe baza acestora variantele experimentale dorite.

6.13.1. PROCESE ȘI OPERAȚII PREMERGĂTOARE PRESĂRII

Curățirea semințelor are scopul îndepărtării impurităților organice, minerale și a prafului. Rezultatele acestor operații depind de metoda și tipul de utilaj folosit.

Scanned with OKEN Scanner

Uscarea semințelor se face în scopul diminuării procentului de umiditate a cărui exces poate provoca procese biochimice de degradare a uleiului. Procesul de uscare a semințelor este influențat de următorii factori:

— metoda de uscare;
— caracteristicile materialului supus uscării;
— modul de transmitere a căldurii;
— temperatura de uscare (de exemplu, pentru semințele de floarea-soarelui cel mult 70°C);
— durata de uscare (același exemplu: circa 60 min);
— umiditatea relativă;
— temperatura după uscare-răcire (circa 35°C);

Umiditatea după uscare pentru semințele de floarea-soarelui trebuie să fie de 7—8%.

Condiționarea în depozite. Buna condiționare a semințelor în depozite asigură menținerea calității semințelor, care sînt supuse proceselor biochimice. Depozitarea corespunzătoare a semințelor este determinată de:

— înălțimea stratului de semințe;
— aerisirea semințelor;
— temperatura semințelor;
— umiditatea relativă a aerului;
— tipul de depozit.

Descojirea semințelor se aplică semințelor de floarea-soarelui, bumbac, ricin, soia etc., deoarece uleiul este concentrat în miez, coaja fiind săracă în ulei. Nu se aplică semințelor a căror coajă este aderentă de miez și foarte subțire (rapiță, in, cînepă etc.). Operația este influențată de caracteristicile materiei prime, de metodele de descojire și de utilajul folosit. Rezultatele se măsoară prin procentul de coji în miez și prin pierderea de miez în coji exprimată tot în procente.

Măcinarea semințelor are scopul să desprindă membrana care învelește celulele și să distrugă structura acestora în vederea facilitării operațiilor de presare și extracție care urmează. Eficacitatea operației depinde de caracteristicile seminței (conținut în umiditate și ulei) și de metoda de lucru și utilajul folosit.

Rezultatele se apreciază prin mărimea particulelor măcinate (paiete) respectiv circa 0,30 mm la floarea-soarelui și aproximativ 0,20—0,25 mm la soia și germeni de porumb.

Prăjirea măcinăturii are ca obiect modificarea proprietăților fizico-chimice ale acesteia în vederea facilitării separării uleiului și obținerii unui randament maxim la presare.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— umiditatea măcinăturii la intrarea în prăjitor;
— umiditatea optimă realizată în faza de umectare (floarea-soarelui 8—8,5%);
— înălțimea stratului de material (circa 350 mm);
— temperatura de uscare (la floarea-soarelui 105—110°C);
— durata uscării;

Scanned with OKEN Scanner

— umiditatea măcinăturii la ieșirea din prăjitor (floarea-soarelui 4,0—4,5%);
— temperatura măcinăturii la ieșirea din prăjitor.

6.13.2. PRESAREA MĂCINĂTURII

Presarea are scopul extragerii uleiului și se efectuează cu ajutorul preselor hidraulice sau mecanice.

Acest proces este influențat de următorii factori:
— tipul de presă;
— presiunea exercitată și modul de aplicare (treptat);
— durata presării;
— umiditatea măcinăturii;
— mărimea particulelor măcinate;
— temperatura măcinăturii.

Obiectivele urmărite prin operația de prăjire-presare se pot fixa la:
— randamentul presării;
— conținutul de ulei în brochen;
— umiditatea brochenului;
— conținutul în fosfatide al uleiului;
— conținutul în ceruri;
— aciditatea liberă;
— culoare de iod;
— conținutul în ulei și umiditate în zațul care se depune pe fundul colectoarelor de ulei de presă.

Purificarea uleiului de presă se efectuează pentru a îndepărta impuritățile mecanice și organice în suspensie și urmele de apă. Se folosesc diferite procedee: sedimentare, filtrare, centrifugare sau metode combinate.

Factorii care influențează, de pildă, filtrarea sînt:
— presiunea și viteza de filtrare;
— structura sau natura precipitatului depus;
— grosimea precipitatului;
— viscozitatea lichidului care se filtrează;
— temperatura lichidului care se filtrează.

Rezultatele purificării se măsoară prin conținutul în impurități și apă a uleiului rezultat. În același timp se verifică: aciditatea liberă, gustul, mirosul și culoarea.

6.13.3. EXTRACȚIA CU SOLVENȚI

Extracția cu solvenți are scopul să asigure o extragere cît mai completă a uleiului din materiile prime oleaginoase deoarece la o presare simplă se obține 75—80% iar la o presare dublă pînă la 90% din uleiul conținut în măcinătură. Combinînd metoda de presare cu metoda de extracție se poate conta pe extragerea aproape totală a uleiului din semințe.

Scanned with OKEN Scanner

Principiul extracției constă în amestecarea uleiului din măcinătură cu solventul, amestec ce constituie o soluție denumită miscelă care este apoi distilată în vederea separării uleiului și recuperării solventului.

Extracția cu solvenți este influențată de următorii factori:

— temperatura solventului (nu mai mult de 50°C);

— umiditatea măcinăturii (umiditatea mare îngreunează procesul de extracție; variază între 6 și 9%);

— conținutul în ulei al măcinăturii;

— dimensiunea particulelor de măcinătură (să se asigure o suprafață de contact cît mai mare, dar să nu fie nici prea mică; forma de paiete este recomandată);

— înălțimea stratului de material (înălțimea mai mică favorizează extracția; în instalațiile de extracție în flux continuu înălțimea este de cel mult 1,6 m iar în extractoarele în baterie 2,0—2,5 m);

— viteza de scurgere a solventului (o viteză mare facilitează procesul de extracție);

— metoda de extracție folosită.

Distilarea miscelei este condiționată de temperatura și durata tratamentului termic.

Controlul procesului de extracție cuprinde:

— curba de distilare;

— conținutul în ulei al benzinei din circuit;

— conținutul în ulei în benzina de scurgere;

— aciditatea uleiului brut de extracție;

— umiditatea șrotului uscat și măcinat;

— conținutul de ulei al șrotului uscat și măcinat;

— conținutul în substanțe proteice al șrotului uscat și măcinat.

6.13.4. **RAFINAREA**

Scopul rafinării este de a îndepărta substanțele de însoțire a uleiurilor vegetale brute. Pe lîngă trigliceride, substanțe de bază a uleiurilor vegetale, cele mai importante substanțe de însoțire sînt: fosfatidele, substanțele colorante, cerurile, sterinele, substanțele mirositoare, hidrocarburile, resturile din semințe etc. Proporția substanțelor de însoțire este cuprinsă între 1% și 4%.

Majoritatea substanțelor de însoțire înrăutățesc calitatea uleiurilor în afară de fosfatide, vitamine liposolubile și steroli a căror prezență mărește valoarea alimentară a uleiurilor.

Dezavantajul rafinării constă tocmai în eliminarea acestor substanțe valoroase. Un alt dezavantaj este acela că în unele operații ale procesului de rafinare se înregistrează pierderi de ulei, fapt care micșorează randamentul.

Avantajele obținute prin eliminarea substanțelor nedorite sînt însă evident mai mari.

Rafinarea cuprinde următoarele operații principale:

— desmucilaginarea;

— neutralizarea;

Scanned with OKEN Scanner

— uscarea uleiului;
— decolorarea;
— vinterizarea (deceruirea);
— dezodorizarea.

6.13.4.1. DESMUCILAGINAREA ULEIURILOR

Desmucilaginarea are scopul să îndepărteze substanțele mucilaginoase, fosfatidele și substanțele albuminoide. Fosfatidele în această etapă au o acțiune nefavorabilă deoarece influențează negativ conservarea și limpezimea și acționează ca emulgatori mărind pierderile în ulei.

Pentru desmucilaginare se aplică diverse metode. Desmucilaginarea prin hidratare cu apă reprezintă metoda folosită cel mai frecvent.

Factorii care influențează acest proces sînt:
— temperatura uleiului (60—70°C);
— natura agentului de hidratare;
— cantitatea agentului de hidratare (în funcție de natura agentului);
— timpul de decantare (1,5—2,5 ore);
— mărimea suprafeței de contact;
— modul de separare a mucilagiilor;
— cantitatea de apă folosită (1,5—4% față de cantitatea de ulei luată în lucru).

6.13.4.2. NEUTRALIZAREA

Neutralizarea se face în scopul îndepărtării acizilor grași liberi. Prezența acestora se datorește scindării gliceridelor în sămînța oleaginoasă datorită în special condițiilor de depozitare dar și modului de prelucrare.

Pentru neutralizare se folosesc mai multe metode dintre care neutralizarea alcalină se utilizează mai des. Neutralizarea alcalină se efectuează tratînd uleiul cu hidroxizi sau carbonați alcalini după care se elimină săpunul format, urmare reacției dintre acizii grași liberi și soluția de alcalii.

Acest proces este influențat de următorii factori:
— temperatura uleiului (60—75°C);
— timp de agitare (6—10 min);
— timp de decantare (2,5—4 ore);
— cantitatea de hidroxid de sodiu folosită (se face în funcție de aciditatea liberă a uleiului);
— concentrația soluției de sare (8—10%), temperatura soluției (95—100°C), cantitatea în raport de ulei pentru a grăbi separarea soapstockului;
— modul de spălare a uleiului pentru îndepărtarea totală a săpunului (concentrarea soluției de sare, temperatura apei, temperatura uleiului).

Scanned with OKEN Scanner

Neutralizarea alcalină continuă prezintă avantaje constînd în special în productivitate mai mare, reducerea pierderilor de ulei, aciditatea liberă mai redusă.

6.13.4.3. USCAREA ULEIULUI

Uscarea uleiului se efectuează pentru a îndepărta apa rămasă în ulei după spălare.

Încălzirea sub vid la o anumită temperatură asigură evaporarea ultimelor resturi de apă.

6.13.4.4. DECOLORAREA ULEIULUI

Decolorarea uleiului se execută în scopul de a conferi uleiului o culoare corespunzătoare sub aspect comercial.

Pe lîngă pigmenții naturali care trec din semințe în ulei în timpul procesului tehnologic (clorofilă, carotină și xantofilă) se găsesc pigmenți secundari care se formează în diferite etape ale procesului de fabricație datorită acțiunii aerului și a temperaturilor ridicate.

Pentru decolorarea uleiurilor comestibile se aplică procedeul fizic bazat pe adsorbția pigmenților pe pămînt decolorant sau pe cărbune activ. Efectul secundar al decolorării constă din diminuarea resturilor de substanțe de însoțire (mucilagii, resturi de săpun etc.).

Factorii care influențează acest proces sînt:

— cantitatea acizilor grași liberi;
— prezența urmelor de săpun;
— temperatura de lucru (90—105°C);
— durata de contact dintre ulei și agentul adsorbant (15—20 min);
— natura și caracteristicile adsorbantului utilizat;
— cantitatea de adsorbant folosită (0,4—1%);
— metoda și tipul de instalație folosit.

6.13.4.5. VINTERIZAREA (DECERUIREA)

Efectuarea vinterizării are scopul să îndepărteze din ulei cerurile și gliceridele saturate. La temperaturi mai joase, începînd cu 15—20°C apare o tulbureală a uleiului, care este rezultatul precipitării cerurilor și gliceridelor saturate.

Acest proces este influențat de:

— temperatura la care este răcit uleiul;
— cantitatea de praf de Kiselgur folosită;
— durata menținerii la temperatura respectivă;
— temperatura de reîncălzire a uleiului și care reprezintă temperatura optimă de filtrare.

Scanned with OKEN Scanner

6.13.4.6. DEZODORIZAREA

Operația de dezodorizare constă în îndepărtarea substanțelor care conferă uleiului gust și miros străin. Aceste substanțe sînt: hidrocarburile nesaturate, compuși cu gust amar, terpene, aldehide și cetone rezultate din degradarea grăsimilor etc. Poate apărea gustul de ars (supraîncălzirea semințelor din timpul prăjirii), gustul de săpun, gustul de pămînt etc.

Factorii care influențează operația de dezodorizare sînt:

— cantitatea de ulei introdusă în dezodorizator în raport de capacitatea acestuia (circa 50%);

— temperatura pînă la care se încălzește uleiul cu abur indirect 100—110°C);

— temperatura aburului introdus direct (220—250°C);

— continuarea încălzirii uleiului cu abur indirect pînă ce uleiul ajunge la temperatura de 160—165°C;

— durata tratamentului;

— presiunea de lucru;

— temperatura de răcire a uleiului la terminarea dezodorizării;

— timpul în care se efectuează răcirea.

Dezodorizarea continuă, ca și la celelalte operații continui, prezintă avantaje față de sistemele discontinui. Într-o instalație de rafinare discontinuă, aparatul de dezodorizare constituie utilajul conducător. Capacitatea acestuia se exprimă în tone ulei prelucrat pe m^3 de aparat în 24 ore ($t/m^3/24$ h).

Controlul care se execută pe toate operațiile procesului de rafinare cuprinde:

— aciditatea liberă a uleiului brut trecut la rafinare;

— umiditatea uleiului brut trecut la rafinare;

— substanțele insolubile ale uleiului brut trecut la rafinare;

— fosfatidele și mucilagiile;

— calculul randamentului teoretic;

— aciditatea liberă a uleiului după neutralizare și spălare;

— conținutul în săpun a uleiului după neutralizare și spălare;

— aciditatea liberă a uleiului după decolorare;

— culoarea uleiului după decolorare;

— conținutul în săpun a uleiului după decolorare;

— aciditatea liberă a uleiului rafinat produs finit;

— culoarea uleiului rafinat produs finit;

— densitatea relativă a uleiului rafinat;

— indicele de refracție a uleiului rafinat;

— conținutul de acizi grași;

— conținut de săpun în apele de spălare după neutralizare.

O problemă importantă în procesele industriale de fabricare a uleiului este aceea a randamentelor. Un experiment EVOP va putea urmări îmbunătățirea acestor randamente pe lîngă alte obiective particulare sau

Scanned with OKEN Scanner

generale. Potrivit lui M. Singer, randamentul teoretic se obține scăzînd din uleiul brut (considerat 100) următoarele pierderi:

— pierderi prin umiditate la care se adaugă substanțele volatile, mucilagiile și substanțele insolubile (aceste pierderi pot însuma circa 0,25—0,50%);

— pierderi la neutralizare reprezentate prin acizi grași eliminați și uleiul antrenat în soapstock. Calculul acestora are la bază aciditatea liberă a uleiului și variază între 2 și 3,5 multiplicat cu valoarea acidității;

— pierderi de ulei la spălare (0,15—0,25%);

— pierderi de ulei în pămîntul decolorant (0,3—0,6%);

— pierderi la dezodorizare (0,2—0,5%).

Se apreciază că din toate aceste pierderi 0,7—0,8% sînt nerecuperabile. Randamentul de fabricație este reprezentat de raportul dintre cantitatea de ulei rezultat (în tone) și cantitatea de ulei brut trecut la rafinare (în tone).

6.13.5. OBIECTIVE GENERALE

Deși unele obiective au fost menționate, în cele ce urmează se prezintă obiectivele generale privite din punct de vedere al produsului finit:

— aspectul (limpezime, prezența suspensiilor și a sedimentului);

— culoarea (galben sau nuanța de galbenă);

— miros și gust (caracteristic, fără gust sau miros străin);

— aciditatea liberă exprimată în acid oleic (în raport de natura uleiului și calitate; conformitate cu actul normativ);

— apă și substanțe volatile (în raport de natura uleiului și calitate; conformitate cu actul normativ);

— culoare de iod (în raport de natura uleiului și calitate; conformitate cu actul normativ);

— substanțe nesaponificabile (în raport de natura uleiului; conformitate cu actul normativ);

— substanțe insolubile în eter etilic (lipsă);

— săpun (pentru toate uleiurile, maximum 0,07% în afară de uleiul de floarea-sorelui calitatea I cu maximum 0,03%);

— indice de iod (în raport de natura uleiului; conformitate cu actul normativ);

— indice de saponificare (în raport de natura uleiului; conformitate cu actul normativ).

6.13.6. APLICAȚII

Aplicația 28. Obținerea unui șrot de soia cu activitate ureazică diminuată. Șrotul de soia reprezintă o materie primă importantă pentru producția de nutrețuri combinate datorită unui conținut însemnat în proteine și respectiv aminoacizi necesari hranei animalelor. De asemenea, șroturile de soia se întrebuințează pentru fabricarea izolatelor proteice ce se folosesc în alimentația omului.

Scanned with OKEN Scanner

Problema care se ridică însă în valorificarea șrotului de soia este aceea a eliminării și diminuării unor factori antinutriționali și toxici.

Această eliminare se realizează în cea mai mare parte la operația de toastare unde se obține dezbenzinarea și tratamentul termohidric al șrotului. Această operație este influențată de următorii factori:

— conținutul de solvent în material la intrarea în toaster;
— durata de staționare a materialului în aparat;
— temperatura materialului pe compartiment;
— umiditatea produsului în toaster.

Deoarece activitatea ureazică este determinată de ultimii trei factori s-a elaborat un program EVOP cu trei variabile pentru a se urmări modul în care modificarea acestor factori influențează asupra eliminării activității ureazice (sub 0,3 mg N_2/g minimum la 30°C).

Procesul curent se desfășura la următorii parametri:

— durata de staționare a șrotului în toaster, 40 min;
— umiditatea șrotului în primele trei compartimente, 19%;
— temperatura în toaster, 105°C.

Pornind de la condițiile procesului curent s-au elaborat, potrivit fig. 78, variantele experimentale.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Durata de staționare (min)	*Factor B* Umiditatea șrotului (%)	*Factor C* Temperatura în toaster (°C)
1	30	17	100
2	50	21	100
3	50	17	110
4	30	21	110
5	30	17	110
6	50	21	110
7	50	17	100
8	30	21	100

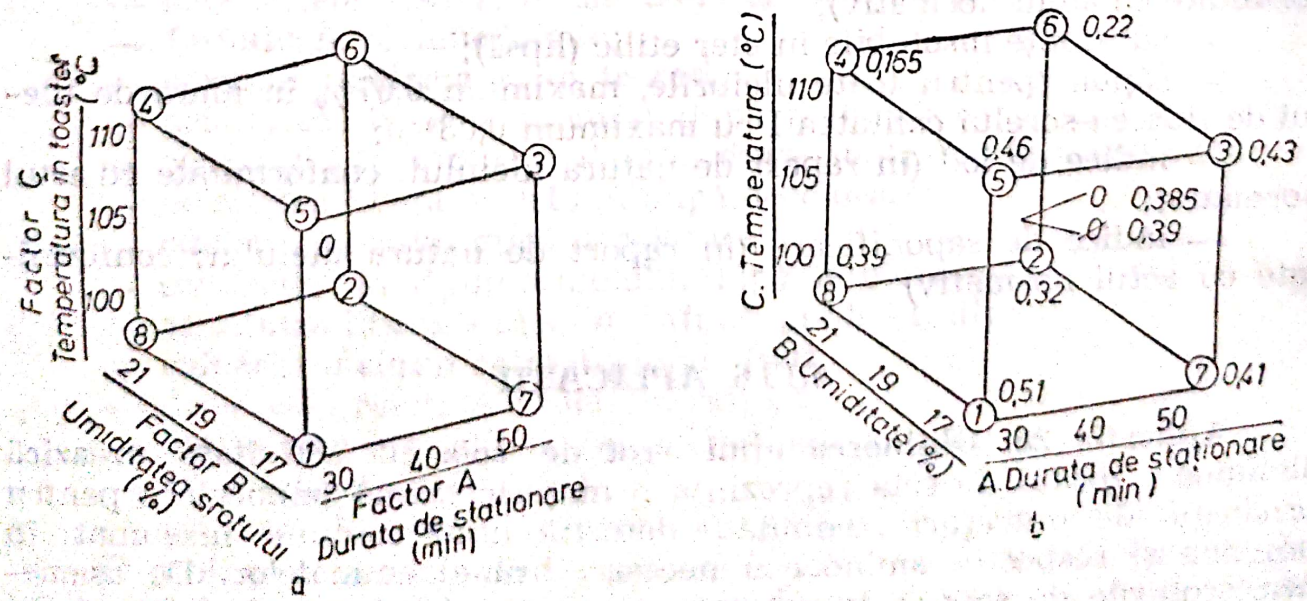


Fig. 78. Diminuarea activității ureazice:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (mg N_2/g).

În baza acestor variante experimentale proiectate s-au efectuat 4 cicluri, iar observațiile făcute sînt prezentate în tabelele de la 133 la 140.

Concluziile acestui experiment sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=4$.

Scop: diminuarea activității ureazice sub 0,3 mg N_2/g minimum la 30°C conform cerințelor sectorului zootehnic.

Proces: toastarea șrotului de soia.

Factori:

— durata de staționare a șrotului în toaster (*A*);

— umiditatea șrotului în primele trei compartimente (*B*);

— temperatura în toaster (*C*).

Rezultatele obținute, exprimate în activitatea ureazică (mg N_2/g minimum la 30°C) sînt ilustrate în fig. 78.

Tabelul 133

Program EVOP cu trei variabile

Faza I	Ciclul $n=1$	Data
Scop: diminuarea activității ureazice	Blocul I	Proces: toastarea șrotului

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III Observații noi (pentru blocul I)	0,40	0,56	0,37	0,45	0,20	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ =
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	0,40	0,56	0,37	0,45	0,20	Suma nouă a lui $s=$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,40	0,56	0,37	0,45	0,20	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=0,41$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	0,31	0,38	0;2	0,36	0,35	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	0,31	0,38	0,2	0,36	0,35	Suma nouă a lui $s=$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,31	0,38	0,2	0,36	0,35	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

$$\text{Efect } A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,02$$

$$\text{Efect } B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,16$$

$$\text{Efect } C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,10$$

$$\text{Efect } AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,04$$

$$\text{Efect } AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,06$$

$$\text{Efect } BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,06$$

$$\text{Efect } ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,08$$

Media condiţiilor de referinţă=0,355
Media fără condiţii de referinţă=0,36
Media inclusiv condiţiile de referinţă=0,358
Schimbarea mediei=0,358—0,355=0,003

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,82$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,58$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,52$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 135

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: diminuarea activității ureazice — Blocul I — Proces: toastarea șrotului

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	0,40	0,56	0,37	0,45	0,20	Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,40	0,56	0,37	0,45	0,20	
III. Observații noi (pentru blocul I)	0,40	0,47	0,32	0,38	0,13	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,027
IV. Diferențe II—III	**0,0**	**0,09**	0,05	0,07	0,07	Amplitudine=0,09
V. Sume noi (pentru blocul I)	0,80	1,03	0,69	0,83	0,33	Suma nouă a lui $s=0,027$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,40	0,515	0,345	0,415	0,165	

Tabelul 136

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	0,31	0,38	0,20	0,36	0,35	Suma anterioară a lui $s=0,027$ (toate blocurile)
II. Media anterioară [pentru blocul II)	0,31	0,38	0,20	0,36	0,35	
III. Observații noi (pentru blocul II)	0,29	0,45	0,19	0,48	0,41	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,042
IV. Diferențe II—III	**0,02**	—0,07	0,01	**—0,12**	—0,06	Amplitudine=0,14
V. Sume noi (pentru blocul II)	0,60	0,83	0,39	0,84	0,76	Suma nouă a lui $s=0,069$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,30	0,415	0,195	0,42	0,38	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,035$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 136 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,03$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,049$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,19$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,13$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,035$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,01$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,01$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,031$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,07$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,05$	

Media condiţiilor de referinţă=0,35
Media fără condiţii de referinţă=0,356
Media inclusiv condiţiile de referinţă=0,355
Schimbarea mediei=0,355−0,35=0,005

Tabelul 137

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: diminuarea activităţii ureazice — Blocul I — Proces: toastarea şrotului

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	0,80	1,03	0,69	0,83	0,33	Suma anterioară a lui $s=0,069$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,40	0,515	0,345	0,415	0,165	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	0,36	0,53	0,30	0,50	0,18	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,0455
IV. Diferenţe II−III	0,04	−0,015	**0,045**	**−0,085**	−0,015	Amplitudine=0,13
V. Sume noi (pentru blocul I)	1,16	1,56	0,99	1,33	0,51	Suma nouă a lui $s=0,12$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,39	0,52	0,33	0,443	0,17	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 138

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	0,60	0,83	0,39	0,84	0,76	Suma anterioară a lui $s=0,12$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	0,30	0,415	0,195	0,42	0,38	
III. Observații noi (pentru blocul II)	0,50	0,49	0,23	0,41	0,40	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,0735
IV. Diferențe II—III	**−0,20**	−0,075	−0,033	**0,01**	−0,02	Amplitudine=0,21
V. Sume noi (pentru blocul II)	1,10	1,32	0,62	1,25	1,16	Suma nouă a lui $s=0,194$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,366	0,44	0,207	0,417	0,387	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,0485$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,10$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,20$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,06$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1=y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,02$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,07$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,08$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0$

Media condițiilor de referință=0,378
Media fără condiții de referință=0,38
Media inclusiv condițiile de referință=0,367
Schimbarea mediei=0,367−0,378=−0,011

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,06$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,04$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,035$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 139

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: diminuarea activității ureazice — Blocul I — Proces toastarea șrotului

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	1,16	1,56	0,99	1,33	0,51	Suma anterioară a lui $s=0{,}194$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	0,39	0,52	0,33	0,44	0,17	
III. Observații noi (pentru blocul I)	0,38	0,49	0,31	0,39	0,15	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0{,}015$
IV. Diferențe II—III	**0,01**	0,03	0,02	**0,05**	0,02	Amplitudine = 0,04
V. Sume noi (pentru blocul I)	1,54	2,05	1,30	1,72	0,66	Suma nouă a lui $s=0{,}209$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	0,385	0,512	0,325	0,43	0,165	

Tabelul 140

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	1,10	1,32	0,62	1,25	1,16	Suma anterioară a lui $s=0{,}209$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocnl II)	0,366	0,44	0,207	0,417	0,387	
III. Observații noi (pentru blocul II)	0,46	0,52	0,26	0,39	0,39	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = $=0{,}045$
IV. Diferențe II—III	**−0,094**	−0,08	−0,053	**0,027**	−0,003	Amplitudine = 0,121
V. Sume noi (pentru blocul II)	1,56	1,84	0,88	1,64	1,55	Suma nouă a lui $s=0{,}254$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	0,39	0,46	0,22	0,41	0,39	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0{,}043$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 140 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3=y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-0,05$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,043$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,17$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,030$
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-0,06$	
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,06$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,027$
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,02$	
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,08$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-0,04$	
Media condițiilor de referință=0,3875 Media fără condiții de referință=0,362 Media inclusiv condițiile de referință=0,3687	
Schimbarea mediei=0,3687—0,3875=—0,012	

Efectele, erorile și abaterile sînt:

Erorile pentru medii		±0,043
Efectele:		
Efectul duratei de staționare (A)	—0,05	±0,03
Efectul umidității șrotului (B)	—0,17	±0,03
Efectul temperaturii în toaster (C)	—0,06	±0,03
Efectul combinat al duratei de staționare și umidității șrotului ($A\times B$)	0,06	±0,03
Efectul combinat al duratei de staționare și temperaturii în toaster ($A\times C$)	0,02	±0,03
Efectul combinat al umidității șrotului și temperaturii în toaster ($B\times C$)	—0,08	±0,03
Efectul combinat al duratei de staționare, umidității șrotului și temperaturii în toaster ($A\times B\times C$)	—0,04	±0,03
Efectul de schimbare a mediei	—0,012	±0,027
Evaluarea anterioară a abaterii	0,41	
Estimarea abaterii mediei patratice	0,043	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 în care s-a lucrat la următorii parametri ai factorilor studiați:

— durata de staționare, 30 minute;

Scanned with OKEN Scanner

— umiditatea șrotului, 21%;

— temperatura produsului în compartiment, 110°C.

Rezultate notabile s-au obținut și în varianta 6.

Diferența dintre procesul curent (0,3875) și rezultatele obținute în varianta cea mai bună (0,165) este 0,22. Divizînd 0,22 prin estimarea abaterii medii patratice (0,043) se obține 5,2 ceea ce confirmă rezultatele superioare obținute.

Scopul propus prin această aplicație a fost atins în sensul că în noile condiții de lucru realizate printr-o schemă EVOP, s-a obținut un produs de calitate superioară care corespunde cerințelor beneficiarilor.

Aplicația 29. Îmbunătățirea operației de dezmucilaginare. Operația de dezmucilaginare se efectuează în scopul eliminării din ulei a unor substanțe care au un rol negativ în cursul operațiilor care urmează. Mucilagiile conțin substanțe diverse: fosfor, fosfatide, steroli, tocoferoli, ceruri, pigmenți, hidrocarburi ș.a. Dintre metodele folosite se va menționa procedeul hidratării, utilizat mai mult. Acest procedeu se bazează pe faptul că în prezența apei uleiul fiind cald, fosfatidele, albuminoidele și complecșii acestora sub formă de mucilagii, pierd solubilitateta în ulei și se precipită în flocoane care pot fi separate prin sedimentare sau centrifugare.

Dintre factorii care influențează procesul de dezmucilaginare s-au selectat: temperatura, cantitatea de apă folosită și timpul de decantare.

Variantele experimentale s-au elaborat pe baza parametrilor procesului curent care se efectua în următoarele limite:

— temperatura uleiului, 65°C;

— cantitatea de apă folosită, 3%;

— timpul de decantare, 2 ore.

Schema EVOP este prezentată în fig. 79.

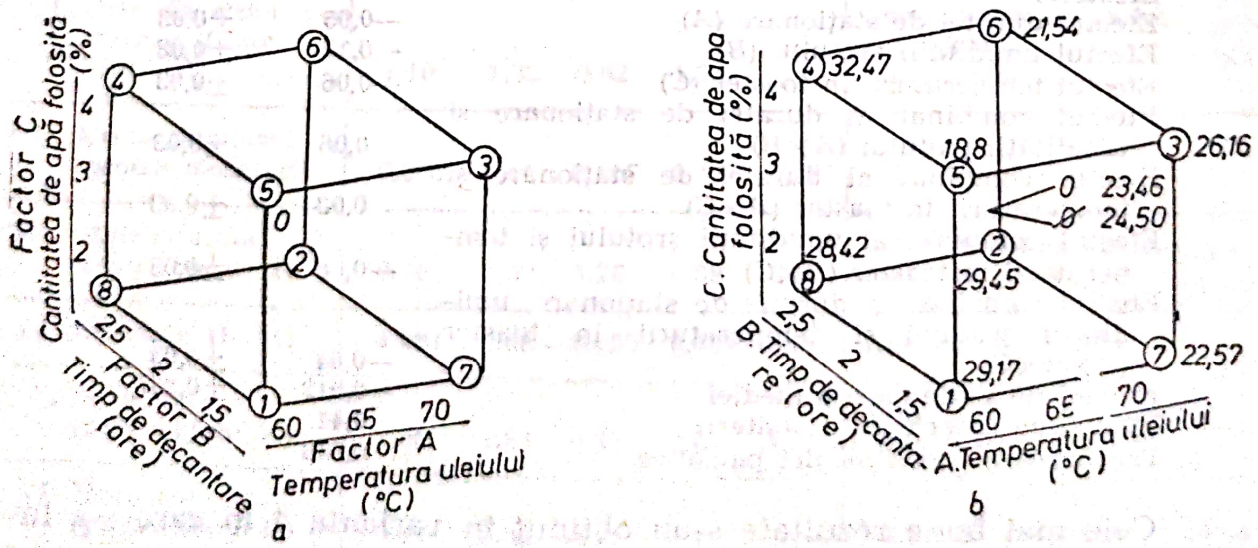


Fig. 79. Îmbunătățirea operației de dezmucilaginare:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (ulei în mucilagii).

Scanned with OKEN Scanner

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Temperatura uleiului (°C)	Factor B Timp de decantare (ore)	Factor C Cantitatea de apă folosită (%)
1	60	1,5	2
2	70	2,5	2
3	70	1,5	4
4	60	2,5	4
5	60	1,5	4
6	70	2,5	4
7	70	1,5	2
8	60	2,5	2

S-au efectuat 4 cicluri, urmărindu-se conținutul de ulei în mucilagii, deci ca scop apare reducerea pierderilor în ulei.

Observațiile făcute sînt prezentate în tabelele de la 141 la 148.

Concluziile exprimate în cifre și informații sintetice, sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=4$;

Scop: îmbunătățirea procesului de dezmucilaginare și reducerea pierderilor de ulei;

Proces: rafinare-dezmucilaginare;

Factori: temperatura uleiului, timpul de decantare și cantitatea de apă folosită.

Rezultatele, exprimate în conținutul de ulei în mucilagii, sînt prezentate în fig. 79.

Erorile, efectele și abaterile sînt:

Eroarea pentru medii		±0,92
Efectele:		
Efectul temperaturii uleiului (*A*)	—2,28	±0,65
Efectul timpului de decantare (*B*)	3,79	±0,65
Efectul cantității de apă folosită (*C*)	—2,66	±0,65
Efectul combinat al temperaturii uleiului și timpului de decantare ($A \times B$)	—2,66	±0,65
Efectul combinat al temperaturii uleiului și cantității de apă folosite ($A \times C$)	0,50	±0,65
Efectul combinat al timpului de decantare și cantității de apă folosite ($B \times C$)	0,73	±0,65
Efectul combinat al temperaturii uleiului, timpului de decantare și cantității de apă folosite ($A \times B \times C$)	—6,48	±0,65
Efectul de schimbare a mediei	1,67	±0,60
Evaluarea anterioară a abaterii	1,33	
Estimarea abaterii medii patratice	0,92	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 5 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— temperatura uleiului, 60°C;
— timpul de decantare, 1,5 ore;
— cantitatea de apă folosită, 4%.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 141

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: dezmucilaginare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observaţii (pentru blocul I)	22,70	30,15	28,30	27,10	31,05	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	22,70	30,15	28,30	27,10	31,05	Suma nouă a lui $s=$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	22,70	30,15	28,30	27,10	31,05	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=1{,}33$

Tabelul 142

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	25,10	18,15	22,25	21,80	28,70	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	25,10	18,15	22,25	21,80	28,70	Suma nouă a lui $s=$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	25,10	18,15	22,25	21,80	28,70	Media lui $s=\frac{1}{2\,(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 142 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,15$	Pentru medii noi:
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,27$	$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,66$
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-2,6$	Pentru efecte noi:
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-2,45$	$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,87$
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=2,22$	Pentru schimbarea mediei:
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,75$	$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,68$
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-6,42$	

Media condiţiilor de referinţă=23,9
Media fără condiţii de referinţă=25,94
Media inclusiv condiţiile de referinţă=25,53
Schimbarea mediei=25,53−23,9=1,63

Tabelul 143

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: dezmucilaginare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	22,70	30,15	28,30	27,10	31,05	Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	22,70	30,15	28,30	27,10	31,05	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	24,30	28,20	30,50	25,20	32,10	„s“ nou=amplitudine$\times f_{3n}$= =1,25
IV. Diferenţe II−III	−1,6	1,95	−2,2	1,9	−1,05	Amplitudine=4,15
V. Sume noi (pentru blocul I)	47,0	58,35	58,8	52,3	63,15	Suma nouă a lui $s=1,25$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	23,5	29,17	29,4	26,15	31,57	

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	25,10	18,15	22,25	21,80	28,70	Suma anterioară a lui s (toate blocurile)=1,25
II. Media anterioară (pentru blocul II)	25,10	18,15	22,25	21,80	28,70	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	23,90	19,40	20,80	23,45	28,15	„s" nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,93
IV. Diferenţe II—III	1,2	−1,25	**1,45**	**−1,65**	0,55	Amplitudine=3,10
V. Sume noi (pentru blocul II)	49	37,55	43,05	45,25	56,85	Suma nouă a lui s=2,18 (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	24,5	18,77	21,52	22,62	28,42	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$suma nouă a lui s=1,09

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,06$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,55$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-2,9$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-2,47$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,72$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,54$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-6,24$

Media condiţiilor de referinţă=24,0
Media fără condiţii de referinţă=22,45
Media inclusiv condiţiile de referinţă=22,76

Schimbarea mediei=22,76−24,0=−1,24

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,18$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,54$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,37$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 145

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: dezmucilaginare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	47,0	58,35	58,8	52,3	63,15	Suma anterioară a lui $s=2,18$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	23,5	29,17	29,4	26,15	31,57	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	22,95	29,65	28,95	25,75	33,0	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,69
IV. Diferenţe II—III	**0,55**	−0,48	0,45	0,40	**−1,43**	Amplitudine=1,98
V. Sume noi (pentru blocul I)	69,95	88	87,75	78,05	96,15	Suma nouă a lui $s=3,56$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	23,32	29,33	29,25	26,02	32,05	

Tabelul 146

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	49	37,55	43,05	45,25	56,85	Suma anterioară a lui $s=3,56$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	24,5	18,77	21,52	22,62	28,42	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	24,9	18,50	22,05	23,10	29,30	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,40
IV. Diferenţe II—III	−0,4	**0,27**	−0,53	−0,48	**−0,88**	Amplitudine=1,15
V. Sume noi (pentru blocul II)	73,9	56,05	65,10	68,35	86,15	Suma nouă a lui $s=3,96$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	24,63	18,68	21,7	22,78	28,72	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,99$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 146 (continuare)

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,26$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,40$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,73$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-2,91$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,99$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-2,65$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,75$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,88$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,80$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-6,19$	

Media condiţiilor de referinţă=23,97
Media fără condiţii de referinţă=26,06
Media inclusiv condiţiile de referinţă=25,64
Schimbarea mediei=25,64−23,97=1,67

Tabelul 147

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: dezmucilaginare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	69,95	88	87,75	78,05	96,15	Suma anterioară a lui $s=3,96$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	23,32	29,33	29,25	26,02	32,05	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	23,90	28,70	30,05	26,6	33,75	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,86
IV. Diferenţe II−III	−0,58	**0,63**	−0,8	−0,58	**−1,70**	Amplitudine=2,33
V. Sume noi (pentru blocul I)	93,85	116,7	117,8	104,65	129,9	Suma nouă a lui $s=4,82$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	23,46	29,17	29,45	26,16	32,47	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 148

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	73,9	56,05	65,10	68,35	86,15	Suma anterioară a lui $s=4,82$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	24,63	18,68	21,70	22,78	28.72	
III. Observații noi (pentru blocul II)	24,10	19,15	21,05	21,95	27,55	„s" nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,61
IV. Diferențe II—III	0,53	**−0,47**	0,65	0,83	**1,17**	Amplitudine=1,64
V. Sume noi (pentru blocul II)	98	75,2	86,15	90,3	113,7	Suma nouă a lui $s=5,43$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	24,5	18,8	21,54	22,57	28,42	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,92$

Calculul efectelor — **Calculul erorilor limită**

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-2,28$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=3,79$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=-2,66$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=-2,66$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=0,50$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,73$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=-6,48$

Pentru medii noi:

$$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,92$$

Pentru efecte noi:

$$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,65$$

Pentru schimbarea mediei:

$$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,60$$

Media condițiilor de referință=23,98
Media fără condiții de referință=26,07
Media inclusiv condițiile de referință=25,65

Schimbarea mediei=25,65−23,98=1,67

Scanned with OKEN Scanner

De subliniat efectul deosebit al interacțiunii celor trei factori. Diferența între procesul curent (23,98) și varianta 5 în care s-au obținut cele mai bune rezultate (18,8) este 5,18% ceea ce reprezintă o valoare semnificativă. Divizînd diferența de 5,18 prin estimarea abaterii medii patratice (0,92) se obține valoarea 5,63 care confirmă, de asemenea, rezultatele pozitive obținute.

Concluziile rezultate îngăduie introducerea în procesul curent a noilor parametri de lucru.

Aplicația 30. Îmbunătățirea operației de neutralizare. Executarea operației de neutralizare are scopul eliminării acizilor grași liberi. Dintre multiplele procedee, neutralizarea alcalină este mai frecvent folosită.

În prezența alcaliilor, acizi grași liberi formează săpunul. Totodată au loc și alte reacții între alcalii și substanțele de însoțire. La aceste reacții participă și produsele saponificării ca: săpunul, glicerina, apa etc. Hidroxidul de sodiu saponifică o parte din grăsimea neutră provocînd prin aceasta creșterea conținutului de subproduse și micșorarea randamentului de ulei rafinat. Aceste reacții și viteza lor depinde de concentrația soluțiilor alcaline, de temperatură, de prezența impurităților și de timpul de agitare al amestecului. Scopul final este neutralizarea acizilor grași liberi din ulei cu o saponificare minimă.

În acest experiment s-au luat în studiu trei factori: timpul de agitare, timpul de decantare și temperatura uleiului.

Variantele experimentale au fost elaborate luînd de bază condițiile de lucru ale procesului curent:

— timp de agitare, 8 minute;
— timp de decantare, 3 ore;
— temperatura uleiului, 70°C.

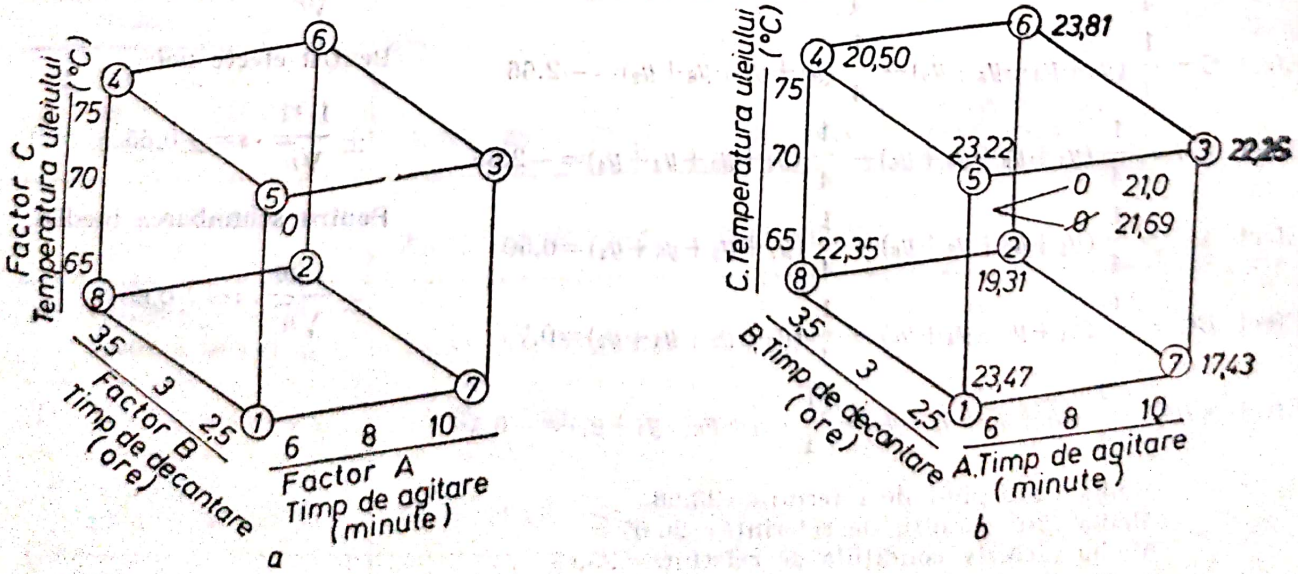


Fig. 80. Îmbunătățirea operației de neutralizare:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (ulei în săpun).

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 80 este prezentată schema EVOP a acestei aplicații. Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Timp de agitare (min)	*Factor B* Timp de decantare (ore)	*Factor C* Temperatura uleiului (°C)
1	6	2,5	65
2	10	3,5	65
3	10	2,5	75
4	6	3,5	75
5	6	2,5	75
6	10	3,5	75
7	10	2,5	65
8	6	3,5	65

S-a urmărit conținutul de ulei în săpun iar observațiile celor 4 cicluri sînt prezentate în tabelele de la 149 la 156.

Concluziile acestei aplicații sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=4$;

Scop: îmbunătățirea operației de neutralizare și reducerea pierderilor de ulei;

Proces: rafinare-neutralizare;

Factori: timp de agitare, timp de decantare și temperatura uleiului.

Tabelul 149

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=1$ — Data

Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: neutralizare

Calculul mediilor / Varianta de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)						
III. Observații noi (pentru blocul I)	21,45	23,05	18,80	21,55	21,40	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferențe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul I)	21,45	23,05	18,80	21,55	21,40	Suma nouă a lui $s=$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	21,45	23,05	18,80	21,55	21,40	

Evaluarea anterioară a lui $\sigma=1,15$

Scanned with OKEN Scanner

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=1$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)						Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)						
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	22,50	22,10	23,30	18,35	23,1	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$
IV. Diferenţe II—III						Amplitudine=
V. Sume noi (pentru blocul II)	22,50	22,10	23,30	18,35	23,1	Suma nouă a lui $s=$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	22,50	22,10	23,30	18,35	23,1	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,91$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=0,39$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=1,26$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=0,71$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=2,59$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=0,14$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,51$

Media condiţiilor de referinţă=21,97
Media fără condiţii de referinţă=21,46
Media inclusiv condiţiile de referinţă=21,56
Schimbarea mediei=21,56—21,97=—0,41

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 2,30$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,62$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,45$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelu. 151

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=2$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: neutralizare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	21,45	23,05	18,80	21,55	21,40	Suma anterioară a lui $s=$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	21,45	23,05	18,80	21,55	21,40	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	20,50	23,90	19,85	23,65	19,65	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$ $=1,15$
IV. Diferenţe II — III	0,95	−0,85	−1,05	**−2,1**	**1,75**	Amplitudine = 3,85
V. Sume noi (pentru blocul I)	41,95	46,95	38,65	45,2	41,05	Suma nouă a lui $s=1,15$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	20,97	23,47	19,32	22,6	20,52	

Tabelul 152

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=2$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(Ø)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	22,50	22,10	23,30	18,35	23,1	Suma anterioară a lui $s=1,15$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	22,50	22,10	23,30	18,35	23,1	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	20,95	24,20	24,35	16,95	20,5	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}=$ $=1,41$
IV. Diferenţe II — III	1,55	**−2,1**	−1,05	1,4	**2,6**	Amplitudine = 4,7
V. Sume noi (pentru blocul II)	43,45	46,3	47,65	35,3	43,6	Suma nouă a lui $s=2,56$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	21,72	23,15	23,82	17,65	21,8	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=1,28$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 152 (continuare

Calculul efectelor	Calculul erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1{,}39$	Pentru medii noi $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}80$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0{,}35$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=1{,}96$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1{,}41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}28$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1{,}80$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=2{,}76$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1{,}26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1{,}14$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0{,}35$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0{,}13$	

Media condiţiilor de referinţă=21,34
Media fără condiţii de referinţă=21,54
Media inclusiv condiţiile de referinţă=21,50
Schimbarea mediei=21,50−21,34=0,16

Tabelul 153

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=3$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: neutralizare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	41,95	46,95	38,65	45,2	41,05	Suma anterioară a lui $s=2{,}56$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	20,97	23,47	19,32	22,6	20,52	
III. Observaţii noi (pentru blocul I)	20,05	22,75	18,25	21,05	21,0	„s“ nou=amplitudine$\times f_{5n}$= =0,71
IV. Diferenţe II−III	0,92	0,72	1,07	**1,55**	**−0,48**	Amplitudine=2,03
V. Sume noi (pentru blocul I)	62	69,7	56,9	66,25	62,05	Suma nouă a lui $s=3{,}27$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	20,66	23,23	18,96	22,08	20,68	

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 154

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=3$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul II)	43,45	46,3	47,65	35,3	43,6	Suma anterioară a lui $s=3,27$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	21,72	23,15	23,82	17,65	21,80	
III. Observaţii noi (pentru blocul II)	21,05	22,65	22,90	17,05	22,85	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,69
IV. Diferenţe II—III	0,67	0,50	**0,92**	0,60	**−1,05**	Amplitudine=1,97
V. Sume noi (pentru blocul II)	64,5	68,95	70,55	52,35	66,45	Suma nouă a lui $s=3,96$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	21,5	22,98	23,52	17,45	22,15	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,99$

Calculul efectelor

Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,75$

Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,11$

Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=1,86$

Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1,58$

Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=2,73$

Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,32$

Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,29$

Media condiţiilor de referinţă=21,08
Media fără condiţii de referinţă=21,38
Media inclusiv condiţiile de referinţă=21,32

Schimbarea mediei=21,32−21,08=0,24

Calculul erorilor limită

Pentru medii noi:

$\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 1,14$

Pentru efecte noi:

$\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,81$

Pentru schimbarea mediei:

$\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,72$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 155

Program EVOP cu trei variabile

Faza I — Ciclul $n=4$ — Data
Scop: reducerea pierderilor de ulei — Blocul I — Proces: neutralizare

Calculul mediilor / Variante de lucru	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterior (pentru blocul I)	62	69,7	56,9	66,25	62,05	Suma anterioară a lui $s=3,96$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul I)	20,66	23,23	18,96	22,08	20,68	
III. Observații noi (pentru blocul I)	22,00	24,20	20,35	22,75	19,95	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,78
IV. Diferențe II—III	−1,34	−0,97	**−1,39**	−0,67	**0,73**	Amplitudine=2,12
V. Sume noi (pentru blocul I)	84	93,9	77,25	89,0	82,0	Suma nouă a lui $s=4,74$ (toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul I)	21	23,47	19,31	22,25	20,5	

Tabelul 156

Program EVOP cu trei variabile

Ciclul $n=4$
Blocul II

Calculul mediilor / Variante de lucru	(∅)	(5)	(6)	(7)	(8)	Calculul abaterii
I. Date din ciclul anterioar (pentru blocul II)	64,5	68,95	70,55	52,35	66,45	Suma anterioară a lui $s=4,74$ (toate blocurile)
II. Media anterioară (pentru blocul II)	21,50	22,98	23,52	17,45	22,15	
III. Observații noi (pentru blocul II)	22,25	23,95	24,70	17,35	22,95	„s“ nou = amplitudine $\times f_{5n}$ = =0,47
IV. Diferențe II—III	−0,75	−0,97	**−1,18**	**0,10**	−0,80	Amplitudine=1,28
V. Sume noi (pentru blocul II)	86,75	92,9	95,25	69,70	89,4	Suma nouă a lui $s=5,21$ (din toate blocurile)
VI. Medii noi (pentru blocul II)	21,69	23,22	23,81	17.43	22,35	Media lui $s=\frac{1}{2(n-1)}\times$ suma nouă a lui $s=0,89$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 156 (continuare)

Calculul efectelor	Calculu erorilor limită
Efect $A=\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_5+y_4)=-1,68$	Pentru medii noi: $\pm\frac{2}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,89$
Efect $B=\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_5+y_3)=-0,10$	
Efect $C=\frac{1}{4}(y_5+y_3+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_8+y_2)=1,80$	Pentru efecte noi: $\pm\frac{1,41}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,63$
Efect $AB=\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_3+y_4)=1,82$	
Efect $AC=\frac{1}{4}(y_1+y_8+y_3+y_6)-\frac{1}{4}(y_7+y_2+y_5+y_4)=2,85$	Pentru schimbarea mediei: $\pm\frac{1,26}{\sqrt{n}}\cdot s=\pm 0,56$
Efect $BC=\frac{1}{4}(y_1+y_7+y_4+y_6)-\frac{1}{4}(y_8+y_2+y_5+y_3)=-0,48$	
Efect $ABC=\frac{1}{4}(y_7+y_8+y_5+y_6)-\frac{1}{4}(y_1+y_2+y_3+y_4)=0,32$	
Media condițiilor de referință=21,34	
Media fără condiții de referință=21,54	
Media inclusiv condițiile de referință=21,50	
Schimbarea mediei=21,50—21,34=0,16	

Rezultatele obținute, sintetizate prin mediile din ultimul ciclu, care exprimă conținutul de ulei în săpun, sînt prezentate în fig. 80.

Erorile, efectele și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medii		±0,89
Efectele:		
Efectul timpului de agitare (A)	—1,68	±0,63
Efectul timpului de decantare (B)	—0,10	±0,63
Efectul temperaturii uleiului (C)	1.80	±0,63
Efectul combinat al timpului de agitare și timpului de decantare ($A\times B$)	1,82	±0,63
Efectul combinat al timpului de agitare și temperaturii uleiului ($A\times C$)	2,85	±0,63
Efectul combinat al timpului de decantare și temperaturii uleiului ($B\times C$)	—0,48	±0,63
Efectul combinat al timpului de agitare, timpului de decantare și temperaturii uleiului ($A\times B\times C$)	0,32	±0,63
Efectul de schimbare a mediei	0,16	±0,56
Evaluarea anterioară a abaterii	1,15	
Estimarea abaterii medii patratice	0,89	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 7 în care s-a lucrat la următorii parametri:

— timp de agitare, 10 minute;
— timp de decantare, 2,5 ore;
— temperatura uleiului, 65°C.

Scanned with OKEN Scanner

De reținut efectul predominant al timpului de agitare.

Diferența dintre procesul curent (21,34) și rezultatul obținut în varianta 7 (17,43) este de 3,91% care practic reprezintă economia de ulei realizată.

Pe baza rezultatelor obținute se pot introduce în procesul curent noii parametri sau se poate executa faza a II-a prin alte modificări ale factorilor luați în studiu, ținînd seama de efectele realizate în faza I.

6.14. FABRICAREA MARGARINEI

Margarina este o emulsie solidă stabilizată, avînd ca fază continuă un amestec de grăsimi, iar ca fază dispersă apă sau lapte.

Factorii care influențează procesul de fabricare a margarinei și calitatea produsului sînt:

— proporția componentelor grase și natura acestora (criterii: punctul de topire al bazei grase, consistența, conținutul în trigliceride);
— proporția de apă (pentru margarina cu apă);
— proporția de lapte și apă (pentru margarina cu lapte);
— proporția celorlalte componente (emulgator, sare, vitamine, aromatizant etc.);
— temperatura grăsimii adusă pentru emulsionare;
— temperatura laptelui ce se introduce în rețetă;
— modul de pregătire a soluțiilor ce se folosesc;
— modul de preparare a laptelui ce se utilizează;
— timpul de malaxare;
— condițiile de emulsionare;
— temperatura și durata de pasteurizare;
— temperatura de răcire.

Ca obiective generale se pot stabili următoarele:

— aspectul produsului (luciul, aspect în secțiune: uscat);
— culoarea (nuanța, uniformitatea);
— gust (plăcut, apreciere prin note);
— miros (specific, lipsă miros străin);
— conținut în apă (conformitate cu actul normativ);
— conținut în grăsime (conformitate cu actul normativ);
— temperatura de alunecare;
— aciditatea (conformitate cu actul normativ);
— consistența și tartinabilitate (caracterizare);
— punctul de topire (conformitate cu actul normativ);
— însușiri microbiologice (încadrarea în normele sanitare);
— costuri de producție, randamente, consumuri energetice etc.

6.14.1. APLICAȚII

Aplicația 31. Stabilirea proporției optime a unor adaosuri la fabricarea margarinei. Prin operația de vinterizare a uleiului comestibil

Scanned with OKEN Scanner

se înlătură în mare măsură cerurile și gliceridele care se solidifică la temperatura camerii. Această eliminare se face în scop comercial deoarece prezența acestor substanțe provoacă o tulburare. Din punct de vedere alimentar aceste substanțe nu sînt puse în discuție ele conținînd constituenți de tipul cerurilor însoțite de esteri ai acidului stearic și palmitic cu glicerină, esteri ai vitaminei A ca acizi grași, esteri ai vitaminei D, esteri ai acizilor oleic, linolic, linolenic cu glicerina.

Dat fiind compoziția chimică a acestor substanțe care fac parte din grupa lipidelor, s-a experimentat utilizarea acestora în amestecul de grăsimi introduse pentru fabricarea margarinei.

Cu ajutorul metodei EVOP s-a urmărit stabilirea proporției optime a acestor substanțe în rețeta de fabricație în condițiile realizării unor caracteristici senzoriale corespunzătoare.

Factorii luați în studiu au fost conținutul de trigliceride solide și proporția de „ceruri" adăugate.

Aprecierea s-a făcut potrivit metodei punctajului după următoarele criterii:

Aspect	maximum	2 puncte
Structura	maximum	2 puncte
Capacitatea de reținere a apei	maximum	2 puncte
Topirea prin proba de degustare	maximum	2 puncte
Miros	maximum	2 puncte
Gust	maximum	10 puncte
Total:	maximum	20 puncte

Limita minimă de acceptare a produsului, 12 puncte.

Pentru elaborarea variantelor experimentale s-au luat în considerație unele încercări anterioare în următoarele condiții:

— conținut de trigliceride solide, 20%;

— adaos de „ceruri", 7%.

În fig. 81 se prezintă schema EVOP în care s-a luat de bază drept condiții ale procesului curent aceste încercări anterioare.

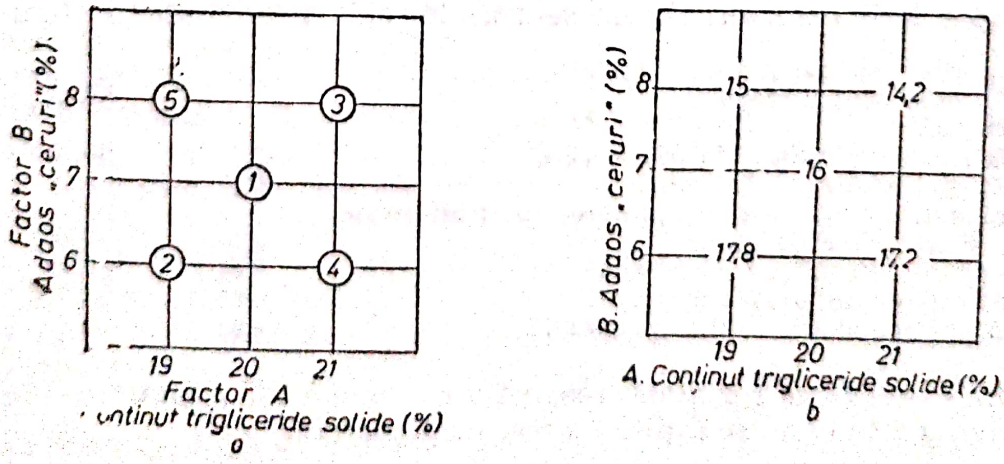


Fig. 81. Stabilirea proporției optime a unor adaosuri în margarină:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (punctaj).

Scanned with OKEN Scanner

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Conținut trigliceride (%)	*Factor B* Adaos „ceruri" (%)
1	20	7
2	19	6
3	21	8
4	21	6
5	19	8

S-au efectuat 5 cicluri, iar observațiile sînt prezentate în tabelul 157.

Tabelul 157

Observații făcute la fabricarea margarinei

(punctaj) $\sigma=0,80$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	17	18	15	15	17
$n=2$	16	18	16	15	17
$n=3$	15	17	14	13	16
$n=4$	16	18	15	14	18
$n=5$	18	18	15	14	18

Concluziile acestui experiment sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop: asigurarea calității în condițiile modificării rețetei și folosirii unor adaosuri;

Proces: fabricarea margarinei, alcătuirea bazei grase;

Factori: conținutul în trigliceride solide și adaosul de ceruri.

Rezultatele, exprimate în note, obținute prin metoda punctajului pe baza aprecierii caracteristicilor senzoriale, sînt prezentate în figura 81.

Erorile, efectele și abaterile sînt:		
Eroarea pentru medii		$\pm 0,45$
Efecte:		
Efectul conținutului în trigliceride	—2,9	$\pm 0,45$
Efectul adaosului de ceruri	0,1	$\pm 0,45$
Efectul combinat al conținutului în trigliceride și adaosului de ceruri	0,7	$\pm 0,45$
Efectul de schimbare a mediei	0,04	$\pm 0,41$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,80	
Estimarea abaterii medii patratice	0,51	

Cele mai bune rezultate, respectiv cea mai bună calitate, s-a obținut în varianta 2 în care condițiile au fost următoarele:

— conținut în trigliceride, 19%;

— adaos „ceruri", 6%.

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre varianta 2 și procesul curent este: 17,80—16=1,80. Din divizarea acestei diferențe cu estimarea abaterii medii patratice (0,51) se obține 3,5 ceea ce atestă rezultatul pozitiv al experimentului. Toate aceste concluzii permit introducerea noii rețete în procesul tehnologic.

6.15. FABRICAREA SPIRTULUI

Spirtul reprezintă denumirea curentă pentru alcoolul etilic ca produs comercial.

Materiile prime folosite pentru fabricarea spirtului sînt de două categorii:

a) materii prime amidonoase (cartofi, porumb etc.);

b) materii prime ce conțin zahăr (melasa, trestia de zahăr etc.).

6.15.1. FABRICAREA SPIRTULUI DIN MATERII PRIME AMIDONOASE

Factorii care influențează procesul de fabricare a spirtului din materii prime amidonoase, pe operații sînt:

a) Materia primă:

— caracteristicile materiei prime și în special conținutul în amidon;

— depozitarea materiei prime (condițiile de depozitare influențează asupra pierderilor în substanța utilă).

b) Fabricarea sladului (malțului) se efectuează în scopul dezvoltării enzimelor necesare, transformării amidonului în zaharuri fermentescibile. Pentru aceasta se folosește cel mai frecvent orzul. Această operație depinde de:

— înmuierea orzului (pentru a fi adus la umiditatea de 43—47%);

— durata de înmuiere;

— temperatura apei de înmuiere;

— modul în care se efectuează malțificarea.

Rezultatul operației și aprecierea calității malțului se face prin aprecierea activității amilazei și respectiv a dextrinazei. Prima se exprimă prin cantitatea de amidon în grame care este zaharificată de 1 g malț, timp de 1 oră la temperatura de 30°C. Activitatea dextrinazei se exprimă prin cantitatea de zahăr reducător în miligrame obținută ca efect al acțiunii a 1 g de malț, în interval de 1 oră la 30°C. În cazul orzului o activitate bună a amilazii are valori cuprinse între 4 și 6 iar cea a dextrinazei între 25—35.

c) *Fierberea materiilor prime amidonoase* are ca scop cleificarea amidonului astfel ca enzimele să poată acționa mai ușor în faza de zaharificare.

Operația de fierbere a materiilor prime este condiționată de:

— cantitatea de apă ce se adaugă la fierbere (la cereale 1,8—2,5 l apă la 1 kg cereale);

Scanned with OKEN Scanner

— presiunea de fierbere (3,5—5 atm în raport de natura materiei prime și calitatea acesteia);

— durata de fierbere (60—100 min, de asemenea, în funcție de materia primă și calitate).

d) *Zaharificarea* constituie o operație de bază în care amidonul se transformă în zaharuri fermentescibile (cca 80% maltoză și 20% dextrină). Această operație depinde de:

— cantitatea de slad ce se adaugă (cca 20% pentru cereale și 14% în cazul cartofilor);

— temperatura de zaharificare;

— *p*H-ul optim pentru fluidificarea amidonului și *p*H-ul optim pentru zaharificarea amidonului;

— durata de zaharificare.

Atît în timpul operației de fierbere cît și în cea de zaharificare se va urmări ca pierderile în amidon să fie cît mai mici (cca 1,5%).

e) *Pregătirea drojdiei și folosirea acestora* are ca scop fermentarea zaharurilor. Calitatea drojdiilor se apreciază după randamentele pe care le dau și după durata de fermentare. Factorii de care trebuie să se țină seama în această fază sînt:

— realizarea unui *p*H (3,7—4,2) care să împiedice dezvoltarea bacteriilor dar să permită activitatea drojdiilor;

— substanțele minerale care trebuie adăugate în plămada pentru drojdie;

— cantitățile de slad suplimentar ce se adaugă în plămezile zaharificate, temperatura la care se menține plămada (55—58°C) și timpul (2—3 ore);

— tratamentele termice la care este supusă plămada în continuare și stabilirea unui *p*H optim;

— durata de pregătire a plămezii (4—6 ore);

— durata de fermentare (circa 20 ore).

Drojdia se consideră că este matură cînd extractul în filtrat a coborît la circa 1/4 față de cel inițial (respectiv de la 19—21°Bx la 4,7—5,5°Bx) iar numărul de celule moarte să nu fie mai mare de 1%.

Însămînțarea unei noi plămezi de drojdie se face cu cca 10% din drojdia matură iar restul merge la plămezile zaharificate destinate fermentării.

f) *Fermentarea* cuprinde mai multe faze și este influențată de următorii factori:

— cantitatea de drojdie cu care se însămînțează la început plămada (circa 5%);

— calitatea sladului care se întrebuințează la zaharificare;

— metoda de fermentare folosită (periodică, semicontinuă și continuă);

— durata umplerii vasului de fermentare (cel mult 8 ore);

— temperaturile în timpul procesului de fermentare;

— durata fermentării;

— *p*H-ul plămezilor.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatul fermentării se apreciază prin concentrația în °Blg, pierderile de alcool antrenat de bioxid de carbon, pierderile totale la fermentare față de cantitatea inițială de amidon, substanțe nefermentate rămase în plămada fermentată.

6.15.2. FABRICAREA SPIRTULUI DIN MELASĂ

Melasa reprezintă materia primă cea mai importantă din grupa celor pe bază de zahăr folosită în fabricarea spirtului.

În operațiile premergătoare fermentării se pot lua în considerație unul sau mai mulți din următorii factori:

— concentrația melasei pentru alimentarea continuă a drojdiei (10—12°Blg) și concentrația melasei pentru alimentarea continuă a linurilor de fermentare (cca 36°Blg);

— cantitatea de SO_4H_2 folosită pentru aducerea melasei la un pH corespunzător;

— metoda de împrospătare a drojdiilor.

În ce privește fermentarea melasei se menționează unii din factorii mai importanți:

— concentrația plămezii;
— temperatura de fermentare în diferite etape;
— durata fermentării;
— procedeul de fermentare folosit;
— modalitatea de introducere a aerului și frecvența;
— pH-ul melasei;
— proporția de antiseptici adăugată și natura acestora;
— modalitatea de însămînțare cu drojdii.

Rezultatul fermentării melasei se apreciază prin concentrația de alcool în plămezile fermentate (circa 9,5%) iar zahărul din reziduu să nu fie mai mare de 0,45%. Aciditatea nu trebuie să fie cu mai mult de 0,1° față de primul vas de fermentare.

Distilarea plămezilor fermentate provenite din materii prime amidonoase sau melasă. În timpul distilării alcoolul etilic și produsele volatile din plămadă trec în distilat, constituind spirtul brut cu o concentrație alcoolică de 70—90%.

Factorii care influențează acest proces sînt tipul aparatului de distilare folosit precum și ceilalți factori menționați la procesul de distilare (v. 5.14).

Se vor urmări pierderile de alcool în borhot care nu trebuie să fie mai mari de 0,2%. Pierderi mai mari indică o funcționare necorespunzătoare.

Rectificarea spirtului brut se execută în scopul separării alcoolului etilic de produsele secundare ale fermentării (aldehide, alcooli superiori, acizi etc.). În același timp este mărită concentrația alcoolului etilic.

Rezultatele acestei operații și calitatea produsului vor depinde de tipul de aparat de rectificare folosit.

Pentru fabricarea alcoolului absolut sînt necesare operații suplimentare.

Scanned with OKEN Scanner

Obiectivele care se pot urmări în procesul de fabricare a spirtului sînt:

— aspectul (limpezime);
— culoare (incolor);
— miros, gust (caracteristic);
— miscibilitatea în apă (în conformitate cu actul normativ);
— concentrația alcoolică la 15% vol. minimum (80; 90; 96 în funcție de tip sau conformitatea cu actul normativ);
— aciditate în g acid acetic la 100 cm^3 alcool anhidru (maximum 0,004);
— alcooli superiori, în g alcool izoamilic la 100 cm^3 alcool anhidru (maximum 0,003);
— aldehide în g aldehidă acetică la 100 cm^3 alcool anhidru (maximum 0,002);
— alcool metilic, furfurol (lipsă);
— randamente;
— costuri de producție;
— utilizarea capacităților de producție.

6.16. FABRICAREA BĂUTURILOR ALCOOLICE

Băuturile alcoolice cuprind rachiurile naturale, țuica, distilatele de vin, precum și lichiorurile. Rachiurile naturale, țuica și distilatele de vin se caracterizează prin modul de preparare-distilare și cuprind rachiul de vin, rachiul de drojdie, rachiul de tescovină, distilatul de vin și rachiurile naturale din fructe (caiși, piersici, cireșe etc.). Lichiorurile se prepară din spirt rafinat cu apă și alte adaosuri.

Fabricarea rachiurilor este condiționată de următorii factori:

— caracteristicile materiilor prime folosite (compoziția, calitatea etc.);
— mărimea vaselor de fermentare;
— condițiile în care se desfășoară fermentația (temperatură etc.);
— eventuala folosire a fermenților selecționați;
— tehnica distilării și a aparatelor de distilat folosite;
— modul de condiționare (corecție, cupajare, limpezire, filtrare etc.).

Obiectivele care pot fi urmărite la fabricarea rachiurilor sînt:

— aspectul (claritatea, aspectul poate fi exprimat prin aprecieri ca. luciu metalic, cristalin, perfect limpede, limpede, voalat, opalescent etc., însoțite de note sau un sistem de punctaj);
— culoarea (precizarea culori și nuanței și de asemenea, aprecierea prin note sau puncte);
— gustul (poate fi plăcut specific rachiului și caracteristic materiei prime sau gusturi străine care trebuie precizate; aprecierea prin note);
— mirosul (caracteristic sortimentului, fără mirosuri străine);
— aromă (plăcută, specifică sortimentului, apreciere prin note);
— concentrația alcoolică (conformitatea cu actul normativ);

Scanned with OKEN Scanner

— aldehide, exprimate în aldehidă acetică (maximum 0,080 g/100 cm^3 alcool sau conformitatea cu actul normativ);

— alcooli superiori (maximum 0,500 g/100 cm^3 alcool sau conformitatea cu actul normativ);

— esteri, exprimați în acetat de etil (maximum 0,100 g/100 cm^3 alcool sau conformitatea cu actul normativ);

— furfurol (maximum 0,002 g/100 cm^3 alcool sau conformitatea cu actul normativ);

— alcool metilic (maximum 1,500 g/100 cm^3 alcool sau conformitatea cu actul normativ);

— acid cianhidric (maximum 0,003 g/l băutură sau conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, randamente etc.

Fabricarea lichiorurilor și calitatea obținută sînt influențate de:

— caracteristicile spirtului;

— caracteristicile apei folosite (să nu fie prea dură și să nu aibă gust sau miros străin);

— caracteristicile adaosurilor (zahăr, coloranți, sucuri și distilate de fructe, arome și extracte din plante aromate și fructe, alte ingrediente);

— proporțiile adaosurilor respective (constituie o operație de bază astfel că două, trei sau mai multe adaosuri pot fi studiate concomitent cu ajutorul operării evolutive pentru a conferi produsului caracteristici senzoriale și fizico-chimice cît mai bune);

— tehnica preparării, macerării și adăugării ingredientelor;

— modul în care se realizează limpezirea și filtrarea.

Obiectivele care pot fi urmărite în cazul fabricării lichiorurilor sînt:

— aspectul produsului (lichid siropos, lipsă sediment);

— culoarea (precizarea culorii, conformitatea cu actul normativ);

— gust (plăcut, caracteristic sortimentului, apreciere prin note);

— aromă (plăcută, apreciere prin note);

— concentrația alcoolică (conformitatea cu actul normativ);

— conținut în zahăr (conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.16.1. APLICAȚII

Aplicația 32. Îmbunătățirea calității lichiorurilor. Caracteristicile senzoriale și în special gustul, aroma și mirosul, au o deosebită importanță în aprecierea calității lichiorurilor.

Prin experimentul efectuat s-a urmărit modul în care modificarea factorilor: durata macerării și conținutul de zahăr influențează asupra acestor caracteristici.

Aprecierea s-a făcut după următorul criteriu:

— gust	maximum 10 puncte
— aromă	maximum 10 puncte
— miros	maximum 5 puncte
Total:	maximum 25 puncte

Scanned with OKEN Scanner

Programul de lucru experimental a fost elaborat în baza schemei din fig. 82.

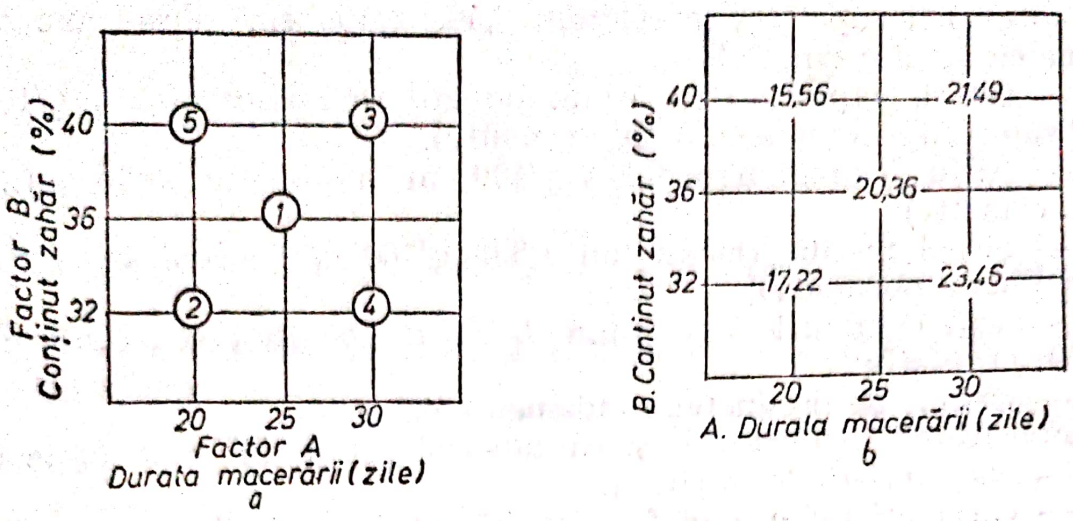


Fig. 82. Îmbunătățirea calității lichiorurilor:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (note).

Potrivit acestei scheme au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Durata macerării (zile)	*Factor B* Conținut în zahăr (%)
1	25	36
2	20	32
3	30	40
4	30	32
5	20	40

S-au efectuat 6 cicluri iar observațiile făcute sînt prezentate în tabelul 158.

Tabelul 158

Observațiile făcute la fabricarea lichiorurilor
(note)

$\sigma = 1{,}17$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	21,3	15,8	21,90	22,6	16,5
$n=2$	19,4	18,7	20,85	24,1	14,6
$n=3$	21,1	16,4	20,35	23,80	15,9
$n=4$	19,8	18,0	22,50	23,15	15,1
$n=5$	19,1	16,9	22,15	24,15	17,1
$n=6$	21,5	17,5	21,20	22,95	14,2

Concluziile acestui experiment în care s-a urmărit îmbunătățirea calității lichiorurilor sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$;

Scop: îmbunătățirea caracteristicilor senzoriale ale lichiorurilor;

Proces: fabricarea lichiorurilor;

Scanned with OKEN Scanner

Factori: durata macerării şi conţinutul în zahăr.

Rezultatele obţinute exprimate prin notele acordate caracteristicilor: gust, aromă şi miros sînt prezentate în fig. 82.

Celelalte rezultate se referă la:

Eroarea pentru medii		±0,84
Efectele:		
Efectul duratei de macerare (*A*)	6,08	±0,84
Efectul conţinutului în zahăr (*B*)	—1,81	±0,84
Efectul combinat al duratei de macerare şi conţinutului în zahăr (*A*×*B*)	—0,15	±0,84
Efectul de schimbare a mediei	—0,74	±0,75
Evaluarea anterioară a abaterii	1,17	
Estimarea abaterii medii patratice	1,03	

Cele mai bune rezultate s-au obţinut în varianta 4 în care condiţiile de lucru au fost următoarele:

— durata macerării, 30 zile;
— conţinut în zahăr, 32%.

Examinîndu-se efectele se constată efectul predominant al duratei de macerare precum şi efectul pozitiv al reducerii conţinutului în zahăr asupra caracteristicilor senzoriale.

Diferenţa dintre rezultatul obţinut în varianta cea mai bună şi procesul curent este 3,10 (23,46—20,36). Divizînd această diferenţă prin estimarea abaterii medii patratice (1,03) se obţine valoarea 3,0 ceea ce atestă rezultatul favorabil al aplicaţiei efectuate.

Pe baza rezultatelor obţinute procesul poate fi reproiectat în sensul introducerii noilor condiţii care s-au dovedit a fi superioare.

6.17. FABRICAREA BERII

Berea este o băutură slab alcoolizată obţinută prin fermentarea zahărului din orzul încolţit sub acţiunea drojdiilor de bere şi aromatizată cu hamei.

Operarea evolutivă s-a dovedit aplicabilă în multe din procesele din industria berii. În cele ce urmează se vor prezenta principalele procese şi operaţii, factorii de influenţă şi scopurile ce se urmăresc din care pot să derive diverse experimentări şi îmbunătăţiri.

6.17.1. MATERII PRIME

Orzul (orzoaica) constituie materia primă de bază iar caracteristicile care influenţează asupra proceselor şi calităţii, în general, sînt:

— conţinutul în amidon (circa 60%);
— conţinutul în proteine (9—12%);
— umiditatea (aproximativ 17%);
— greutatea hectolitrică;

Scanned with OKEN Scanner

— greutatea 1 000 boabe;
— conținut în grăsimi, celuloză, cenușă.

Depozitarea orzului și reducerea pierderilor în timpul depozitării sînt influențate de:

— umiditatea orzului;
— temperatura de depozitare (trebuie să fie cît mai mică);
— umiditatea relativă a aerului.

Materii prime nemalțificate care se folosesc la fabricarea berii sînt porumbul, brizura de orez, grîul etc.

Aceste materii prime influențează prin:

— compoziția fizico-chimică (conținut în hidrați de carbon, proteine etc.);
— proporția în care se folosesc (porumbul și brizura de orez în proporție de 10—15%).

Hameiul se folosește în scopul de a conferi aroma și gustul amar caracteristic precum și de a prelungi durabilitatea.

Calitatea hameiului se apreciază prin gradul de uscare, culoare, conținut în extract eteric, tanin, ulei eteric etc.

Apa prin proporția cu care participă la compoziția berii prezintă o importanță deosebită datorită caracteristicilor pe care trebuie să le posede (conținut în săruri, duritatea, lipsă de gust, miros străin etc.). Dacă apa nu corespunde condițiilor cerute se impune efectuarea corecțiilor necesare.

6.17.2. PREPARAREA MALȚULUI

Înmuierea orzului (orzoaicei) se efectuează pentru a aduce conținutul în apă de la 12—14% la 42—46%. Această operație este influențată de:

— temperatura apei;
— durata de înmuiere;
— mărimea boabelor de orz și calitatea acestora;
— procedeul și schema de lucru folosite.

Germinarea orzului constituie operația în care se formează enzimele amilolitice și proteolitice și ea este condiționată de:

— temperatura orzului;
— înălțimea stratului de orz;
— durata de întoarcere;
— modul de aerisire.

În practică operația de germinare a orzului se consideră terminată atunci cînd colțul ajunge la 2/3—3/4 din lungimea bobului. Malțul verde conține peste 40% apă.

Uscarea malțului are scopul de a aduce malțul la o umiditate de 1,5—3%.

Factorii care influențează uscarea sînt:

— temperatura în prima fază (40—45°C masa de malț blond; 50°C masa de malț brun);

Scanned with OKEN Scanner

— umiditatea pînă la care se reduce malțul în prima etapă (malțul blond pînă la 8—10%, malțul brun pînă la 20—25%);
— durata uscării în prima etapă;
— temperatura de uscare în faza a doua (uscarea treptată pînă la 80—95°C pentru malțul blond și 105°C pentru malțul brun);
— durata uscării în faza a doua (circa 5 ore);
— gradul de încărcare pe grătare;
— modul de asigurare a ventilației;
— tipul de uscător folosit.

Rezultatele preparării malțului se apreciază prin pierderile de malț realizate pe întregul proces de fabricare și ele variază între 22 și 27%. De o deosebită importanță sînt caracteristicile malțului uscat a căror limite pentru cîteva din aceste caracteristici sînt:

— umiditatea	3,8—5,8%
— culoarea ml. soluție de iod 0,1 *n*	0,16—0,30
— extractul raportat la substanța uscată (măciniș fin)	77—84%
— timpul de zaharificare	10—20 min
— conținut de maltoză în extract	65—72%
— azotul total față de substanța uscată	1,6—1,7%
— gradul de uscare (proba catalazei)	50—80
— pH-ul mustului	5,6—6,0
— greutatea hectolitrică	54—57 kg
— greutatea a 1 000 boabe	30—33 g
— gradul aparent de fermentare al mustului	75—78

Aprecierea calității malțului se poate face și după indicele de prelucrare Hartong.

6.17.3. FIERBEREA

Operațiile care se execută și transformările care se produc sînt în linii mari următoarele:

Măcinarea malțului se execută cu scopul de a facilita solubilizarea enzimelor din malț și care vor acționa în procesul care urmează — plămădire și zaharificare.

Rezultatul măcinării și componentele măcinișului depind de felul instalațiilor de măcinare.

Proporțiile în care componentele măcinișului participă la formarea extractului sînt în cifre medii următoarele: făină 35%, griș fin 30%, griș mare 20%, coji 15%.

Prin măcinarea malțului se urmăresc două cerințe: coji pe cît posibil întregi și făină fină.

6.17.3.1. PLĂMĂDIREA-ZAHARIFICAREA

Zaharificarea amidonului se produce sub influența enzimelor (amilaza). Amidonul se transformă în maltoze și dextrine.

Factorii care influențează acest proces sînt:
— temperatura de zaharificare a plămezii;

Scanned with OKEN Scanner

— *p*H-ul (4,6—6,0, în funcție de temperatură);
— durata de zaharificare.

Rezultatul acestui proces se evaluează prin conținutul în zahăr fermentescibil și nefermentescibil precum și prin gradul final de fermentare.

Hidroliza proteinelor este importantă deoarece gradul de descompunere al acestora influențează asupra stabilității coloidale a berii și reținerii bioxidului de carbon. Această transformare se produce de asemenea prin intermediul enzimelor proteolitice. Proteinele care trec din malț în must reprezintă aproximativ 35% din totalul proteinelor. Acest proces este influențat de:
— temperatura (48—50°C);
— *p*H-ul (4,3—5,0).

Plămădirea-zaharificarea (brasajul) este condiționată de procedeul care se aplică și din acest punct de vedere se cunosc: metoda prin infuzie, prin decocție și mixtă. Brasajul prin decocție se execută în trei variante:

a) procedeul cu trei plămezi (se folosește pentru malțurile brune).

b) procedeul cu două plămezi (este cel mai mult utilizat și se poate aplica pentru toate calitățile de malț).

c) procedeul cu o plămadă (se aplică pentru malțurile brune).

Factorii care influențează procesul de plămădire-zaharificare rezultă din schema procedeului de brasaj prin decocție. Se prezintă mai jos, după C. Cojocaru, această schemă pentru decocția cu două plămezi (tabelul 159).

Tabelul 159

Schema procedeului de brasaj prin decocție cu două plămezi

Operații	Durata (min)	Temperatura (°C)	Durata agitării (min)	
			În plămăditor	În zaharificator
Aducerea apei	15	56	—	—
Aducerea măcinișului de malț	25	52	25	—
Prima plămadă				
Trecerea a 40% din plămada groasă în zaharificator	5	52	10	—
Ridicarea temperaturii la 70°C	30	70	—	30
Pauză la 70°C pentru zaharificare	20	70	—	—
Ridicarea temperaturii și fierberea plămezii	30	100	—	30
Trecerea primei plămezi în plămăditor	15	63—65	15	15
Pauză pentru zaharificare	15	63—65	—	—
A doua plămadă				
Trecerea a 33% din plămada groasă în zaharificator	5	63	5	—
Încălzirea și fierberea plămezii	20	100	—	20
Trecerea celei de a 2-a plămezi în plămăditor	10	75	10	10
Trecerea întregii plămezi la filtrare și spălarea cazanelor	20	75	20	—
Total:	210		85	105

Scanned with OKEN Scanner

Filtrarea mustului are ca scop separarea substanțelor solubile care în timpul plămădirii-zaharificării au fost aduse în soluție. Filtrarea mustului și respectiv separarea mustului de borhot se poate executa prin cazane de filtrare sau prin filtre-prese.

Filtrarea mustului este influențată de:

— presiunea lichidului;
— viteza de filtrare;
— temperatura lichidului;
— calitatea stratului filtrant și alți factori care condiționează această operație (v. 5.4).

O bună filtrare este determinată și de epuizarea borhotului în extract fapt pentru care se cere a se efectua o spălare corespunzătoare a acestuia cu apă caldă (78°C) pînă cînd apa de spălare ajunge la o concentrație sub 0,5% extract.

Fierberea mustului cu hamei constituie o operație importantă prin care se urmărește:

— încorporarea în compoziția mustului a substanțelor aromate și amare din hamei;
— concentrarea mustului, ținînd seama și de faptul că acesta s-a diluat prin spălarea borhotului;
— precipitarea substanțelor proteice în vederea separării lor și evitării în felul acesta a cauzelor de tulburare a berii;
— sterilizarea mustului și distrugerea microorganismelor și enzimelor provenite din malț.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— durata fierberii (1,5—2h);
— calitatea hameiului și cantitatea de hamei adăugată (berea blondă 160—210 g/hl);
— momentul în care se adaugă hameiul;
— *p*H-ul mustului fiert cu hamei (5,2—5,6);
— presiunea aburului și temperatura de fierbere.

Randamentul la fierbere se poate stabili cu ajutorul relației:

$$R_f = \frac{C \cdot g \cdot E \cdot 0{,}96}{M}$$

în care:

C este cantitatea de must după fierbere, în l;
g — greutatea specifică a mustului;
E — extractul mustului, în %;
M — cantitatea de malț folosită, în kg;
0,96 — coeficient de corecție.

Materiile prime nemalțificate folosite mai fracvent la plămădire-zaharificare sînt porumbul și brizura de orez. Acestea se folosesc în proporții cuprinse între 10—30%. Proporțiile respective pot constitui factori ce pot fi luați în studiu în cazul aplicării operării evolutive la acest proces.

Scanned with OKEN Scanner

Răcirea mustului se face în scopul aducerii mustului la temperatura de fermentare (6—8°C) și a introducerii oxigenului necesar dezvoltării drojdiilor.

Răcirea mustului depinde de următorii factori:

— procedeul de răcire folosit;
— durata răcirii;
— temperatura de răcire.

6.17.4. FERMENTAREA PRIMARĂ

Fermentarea primară a mustului conduce la transformarea zaharurilor în alcool etilic și bioxid de carbon. Totodată au loc și alte modificări care conferă berii caracteristicile specifice ale berii tinere (dezaminarea aminoacizilor, esterificări etc.).

Transformarea zahărului fermentescibil în alcool și bioxid de carbon depinde de cantitatea de extract fermentescibil care la rîndul ei este influențată de raportul dintre dextrine nefermentescibile și maltoză. Acest raport depinde și el de schema de plămădire-zaharificare aplicată.

Factorii care influențează fermentarea primară sînt:

— temperatura în timpul fermentației;
— compoziția mustului;
— extractul mustului;
— pH-ul mustului;
— durata fermentării pe diferite etape (pornirea fermentării, spuma joasă, spuma înaltă, scăderea spumei);
— calitatea drojdiei folosite;
— cantitatea de drojdie însămînțată;
— modul de dezinfectare al drojdiilor.

Fermentarea principală se apreciază a fi terminată cînd extractul scade cu cel mult 0,1—0,2°Blg pe zi.

Evaluarea rezultatelor fermentării se face prin stabilirea gradului de fermentare care reprezintă extractul fermentat în procente față de extractul inițial.

6.17.5. FERMENTAREA SECUNDARĂ

Înainte de a se trece la fermentarea secundară berea mai conține circa 1% extract fermentescibil.

În timpul fermentării secundare se realizează:

— continuarea fermentării extractului fermentescibil;
— dezvoltarea aromei berii mature prin formarea în timpul fermentării a substanțelor aromatice (esteri, alcooli superiori etc.);
— creșterea conținutului în bioxid de carbon (de la 0,2% bioxid de carbon cît conține berea după fermentarea primară pînă la 0,35—0,40% bioxid de carbon; această îmbunătățire în bioxid de carbon influențează pozitiv gustul, formarea spumei și conservarea berii);

Scanned with OKEN Scanner

— limpezirea și maturarea berii care capătă un gust caracteristic plăcut (parte din substanțele proteice, rășinile și taninul se precipită și se depun etc.).

Fermentarea secundară este influențată de următorii factori:
— caracteristicile berii după fermentarea primară;
— temperatura în timpul fermentării secundare (0 . . . 2°C);
— presiunea în vasele de fermentare (0,3—0,4 atm);
— durata fermentării (berea blondă — 42 zile).

Rezultatul fermentării secundare se apreciază prin conținutul în bioxid de carbon, scăderea extractului, gradul de depunere al drojdiei și gradul de limpezire al berii.

6.17.6. TRATAREA BERII FERMENTATE

Tratarea berii fermentate se face în scopul asigurării limpezirii, preîntîmpinării tulburării coloidale și eventuala eliminare a vreunui gust neplăcut.

Tulbureala berii poate fi de natură proteică cînd este cauzată de reacția dintre proteine și tanin sau de natură microbiologică, determinată de condițiile igienice din timpul procesului tehnologic. În ultimul caz tulbureala se poate preîntîmpina prin pasteurizarea berii.

Pentru limpezire se folosesc diverse substanțe: clei, bentonita, tanin, silicagel, acid ascorbic sau se tratează cu preparate enzimatice.

Pentru eliminarea vreunui gust străin se întrebuințează tratarea cu cărbune activ.

Toate aceste tratamente sînt condiționate de:
— natura substanței folosite;
— cantitatea utilizată;
— procedeul aplicat;
— durata tratamentului.

Rezultatele se apreciază prin gradul de limpezire obținut sau prin efectul îmbunătățirii gustului.

6.17.7. FILTRAREA BERII

Filtrarea berii are scopul să îndepărteze o serie de substanțe aflate în suspensie (aglomerate proteice, celule de drojdii etc.). Aceasta se obține prin reținerea mecanică a suspensiilor și prin adsorbția diferitelor substanțe din conținutul berii.

Pentru filtrarea berii se întrebuințează filtre cu masă filtrantă, filtrele cu plăci filtrante, filtrele cu Kiselgur etc.

Filtrarea este influențată de:
— caracteristicile berii din punct de vedere al suspensiilor;
— instalația și metoda de filtrare folosită;
— presiunea în diferite etape de filtrare, și ceilalți factori care condiționează filtrarea (v. 5.4).

Scanned with OKEN Scanner

6.17.8. SPĂLAREA STICLELOR

Spălarea sticlelor este importantă mai ales pentru sticlele refolosite. Rezultatele care se obțin în urma spălării sticlelor sînt condiționate de:

— schema de spălare aplicată (exemplu: înmuiere, tratare cu sodă, clătire cu apă caldă, clătire cu apă rece etc.);
— felul substanțelor de curățire și dezinfecție folosite;
— concentrația substanțelor;
— temperaturile folosite în diverse faze;
— durata tratamentului;
— tipul de instalație folosit.

Umplerea sticlelor, capsularea, etichetarea și depozitarea reprezintă operațiile finale în fabricarea berii.

Pasteurizarea berii constituie un procedeu larg răspîndit pe plan mondial. Pasteurizarea are scopul să împiedice tulbureala microbiologică și să prelungească conservabilitatea produsului.

Factorii care influențează pasteurizarea berii sînt:

— caracteristicile berii (se recomandă o bere cu un grad ridicat de fermentare și o stabilitate coloidală în timp);
— nivelul de umplere al sticlelor sau cutiilor de tablă (spațiul gol să fie de circa 3—4%);
— temperatura de pasteurizare;
— durata de pasteurizare.

Rezultatele pasteurizării se apreciază prin examenul microbiologic înainte și după pasteurizare.

6.17.9. OBIECTIVE GENERALE

Obiectivele generale care se pot urmări în procesul de fabricare a berii sînt:

— gustul (plăcut și caracteristic fiecărui tip de bere; aprecierile se vor face prin note sau punctaje);
— aspectul (limpezimea, absența sedimentului sau a impurităților);
— culoarea (precizarea culorii și nuanței);
— miros și aromă (caracteristic fiecărui tip);
— spuma (compactitatea, persistența, modul cum se degajă bulele);
— concentrația alcoolică (în raport de tipul de bere și în conformitate cu actul normativ);
— concentrația mustului primitiv (cuprinsă între minimum 12 și minimum 20% în raport de tipul de bere);
— aciditatea totală, ml NaOH 0,1 r la 100 ml bere (cuprinsă între maximum 2,8 și maximum 5 în funcție de tipul de bere);
— bioxid de carbon, g la 100 cm^3 bere (cuprins între minimum 0,32 și minimum 0,34 în raport de tipul de bere);
— culoare cm^3 iod soluție 0,1 n la 100 cm^3 bere (în conformitate cu actul normativ);
— consumuri specifice, randamente;

Scanned with OKEN Scanner

— costuri de producție;
— consumuri energetice;
— utilizarea capacităților de producție.

6.17.10. APLICAȚII

Aplicația 33. Sporirea conținutului în bioxid de carbon a berii. Bioxidul de carbon constituie o componentă a berii și el îmbunătățește gustul, favorizează formarea spumei și asigură conservarea berii.

Fermentarea reprezintă procesul în care mustul își desăvîrșește caracteristicile în urma transformării zaharurilor fermentescibile în alcool și bioxid de carbon.

Temperatura este unul din factorii importanți care influențează procesul de fermentare și conținutul în CO_2. Al doilea factor care a fost luat în studiu este extractul exprimat în grade Balling (°Bllg).

Luînd de bază condițiile procesului curent s-au elaborat potrivit fig. 83, variantele experimentale.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante:

Varianta	*Factor A* Extract (°Bllg)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	9,5	9
2	8,5	8,5
3	10,5	9,5
4	10,5	8,5
5	8,5	9,5

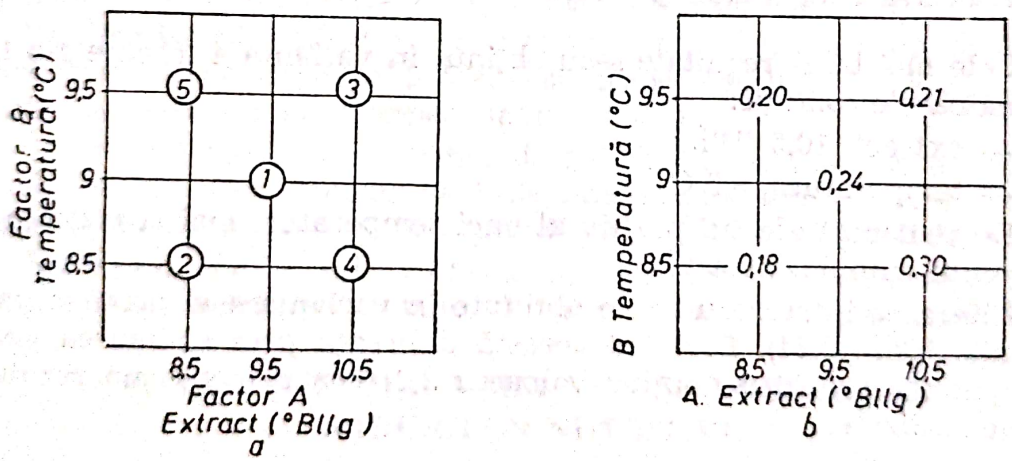


Fig. 83. Sporirea conținutului în CO_2:
a — programul de lucru; *b* — rezultatele obținute (conținut CO_2).

Observațiile făcute în cele 6 cicluri sînt prezentate în tabelul 160.

Concluziile acestui experiment, redate în cifre și informații sintetice sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=6$;
Scop: sporirea conținutului în bioxid de carbon;
Proces: fermentare;
Factori: extract și temperatură;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 160

Observațiile făcute în procesul de fermentarea berii
(conținut CO_2) $\sigma=0,034$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	0,27	0,16	0,22	0,32	0,17
$n=2$	0,25	0,17	0,20	0,29	0,22
$n=3$	0,21	0,19	0,23	0,28	0,23
$n=4$	0,23	0,20	0,19	0,32	0,17
$n=5$	0,22	0,22	0,24	0,29	0,23
$n=6$	0,27	0,16	0,18	0,31	0,21

Rezultatele obținute reprezentînd mediile ultimului ciclu și exprimate în conținut de bioxid de carbon, sînt prezentate în fig. 83.

Erorile, efectele și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medii		$\pm 0,02$
Efecte:		
Efectul extractului (A)	0,06	$\pm 0,02$
Efectul temperaturii (B)	—0,03	$\pm 0,02$
Efectul combinat al extractului și temperaturii ($A \times B$)	—0,05	$\pm 0,02$
Efectul de schimbare a mediei	—0,01	$\pm 0,018$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,034	
Estimarea abaterii medii patratice	0,026	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 4 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— extract, 10,5 °Bllg;

— temperatura, 8,5°C.

De remarcat efectul pozitiv al unei temperaturi mai scăzute în condițiile unui anumit extract.

Diferența între rezultatele obținute în varianta 4 și procesul curent este 0,06 (0,30—0,24). Divizînd această diferență prin estimarea abaterii medii patratice (0,26) se obține valoarea 2,2 ceea ce confirmă rezultatele pozitive realizate.

6.18. FABRICAREA DROJDIEI DE PANIFICAȚIE

Drojdia pentru panificație este un produs fabricat prin folosirea ca mediu nutritiv a melasei și destinat pentru panificație.

Principalele operații și caracteristici, precum și factorii care influențează procesul de fabricație a drojdiei de panificație sînt:

Scanned with OKEN Scanner

6.18.1. MATERII PRIME

Melasa. Drojdia de panificație fabricîndu-se din melasă, caracteristicile acesteia, prezintă importanță influențînd asupra procesului de fabricație și calității:

— conținut în zahăr (minimum 45%);
— gradul de puritate (58—65);
— substanța uscată (minimum 75°Bx);
— zahăr invertit (maximum 1,0%);
— culoare (maximum 3,0);
— pH (minimum 7,5);
— azot total (minimum 1,4%);
— cenușă (8—11%).

Se mai cere ca melasa să conțină următorii factori de creștere: biotină, acid pantotenic și inozitol. Necesarul în factorii de creștere, comparativ cu conținutul acestora în melasa de sfeclă (după C. Cojocaru) scoate în evidență deficitul în biotină:

Factori de creștere	*Factori de creștere necesari* (γ/100 g melasă)	*Conținut în melasa de sfeclă* (γ/100 g melasă)
Biotină	29	4— 13
Acid pantotenic	5 000	5 000— 11 000
Inozitol	120 000	577 000—800 000

Completarea lipsei de biotină a melasei de sfeclă se face prin extract de porumb care are un conținut în biotină de 60—90 γ/100 g și care se adaugă în cantitate de 40—60 kg/t melasă prelucrată.

Caracteristicile diferite ale melasei cît și proporțiile în care se adaugă factorii de creștere pot să constituie variabile care să formeze punctul de plecare a unor experimentări EVOP.

Apa. În fabricația drojdiei de panificație se folosesc cantități însemnate de apă care trebuie să îndeplinească calități igienice deosebite. În același timp trebuie să corespundă celorlalte condiții fizico-chimice.

Substanțele nutritive și alte substanțe care se utilizează în procesul de fabricație trebuie să fie conform actelor normative.

6.18.2. LIMPEZIREA MELASEI ȘI PREGĂTIREA SĂRURILOR NUTRITIVE

Scopul limpezirii este de a înlătura suspensiile și substanțele nedorite (substanțe colorante, oxizi de azot, sulfiți etc.), și de a realiza o sterilizare parțială prin reducerea microflorei din melasă.

Limpezirea melasei (în cazul acidulării la cald) depinde de următorii factori:

— concentrația la care este adusă melasa prin adaos de apă (34—38°Blg);
— cantitatea de superfosfat adăugată și modul de adăugare a acestuia;

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura melasei în timpul adăugării superfosfatului (90—95°C);
— modul de agitare efectuat;
— *p*H-ul amestecului;
— eventualul adaos de sulfat de amoniu, concentrația și modul de utilizare;
— timpul cît melasa se lasă în repaos pentru depunerea suspensiilor.

Pregătirea sărurilor nutritive (extract de superfosfat și soluție de sulfat de amoniu) este influențată de:
— concentrația substanțelor respective;
— temperatura pînă la care se face încălzirea;
— durata încălzirii;
— timpul cît se lasă în repaos.

6.18.3. ÎNMULȚIREA DROJDIEI

Pregătirea culturii în laborator este influențată de:
— temperatura și durata (30°C timp de 3 zile);
— condițiile în care se însămînțează această cultură pe must de malț, cantitățile progresive folosite, temperaturile utilizate și durata fiecărei culturi în parte, pînă la însămînțarea în primul vas de cultură pură din fabrică.

Prepararea culturilor în fabrică (generațiile I și II) depinde de:
— felul în care se pregătește mediul, componentele și proporțiile (exemplu: 30 kg melasă, 660 g superfosfat, 410 g sulfat de amoniu);
— aducerea mediului la pH-ul cerut și adăugarea acizilor grași antispumanți (*p*H 3,9—4,0);
— temperatura și durata sterilizării (95—100°C timp de 30 min);
— temperatura pînă la care se răcește mediul după sterilizare (circa 30°C);
— modalitatea în care se face însămînțarea cu cultura de drojdie realizată în laborator;
— modul în care se execută aerisirea;
— condițiile în care are loc fermentarea (temperatura 29—30°C; *p*H-ul 3,9 și extractul).

Rezultatele se apreciază controlînd periodic extractul, pH-ul și puritatea culturii. Cultura astfel obținută în primul vas reprezintă *generația I.*

Prepararea generației a II-a este condiționată de:
— felul în care se pregătește mediul de cultură și componentele (melasă 200 kg, superfosfat de calciu 12 kg, sulfat de amoniu 8 kg);
— aducerea mediului de cultură la pH-ul optim (4,0—4,2);
— temperatura și durata sterilizării (98—100°C timp de 1 oră);
— condițiile în care se face răcirea și însămînțarea cu conținutul primului vas de cultură;
— aerisirea, frecvența și debitul acesteia (25 m^3/m^3 mediu/h);

Scanned with OKEN Scanner

— condițiile în care se efectuează fermentarea (temperatura 29—30°C; durata, 12 ore, concentrația finală a plămezii 3,5—3,8°Blg). Rezultatul preparării generației a II-a se apreciază periodic prin controlul microscopic, *p*H-ul, extractul și temperatura.

Prepararea drojdiei de generația a III-a este condiționată de:

— componentele mediului (melasă 1 000 kg, superfosfat de calciu 80 kg, sulfat de amoniu 52,5 kg);

— limpezirea melasei;

— proporția amestecului melasă limpezită-apă (1/3 din melasa limpezită și 7 800 l apă);

— modul de însămînțare cu generația a II-a;

— condițiile sterilizării a conductelor de însămînțare;

— aerisirea și debitul acestuia (50 m^3/m^3 plămadă/h);

— condițiile în care se efectuează fermentarea și alimentarea cu melasă.

Rezultatul se apreciază și aici prin puritatea din punct de vedere microbiologic, temperatura, *p*H-ul și extractul.

Prepararea drojdiei de generația a IV-a depinde de:

— proporțiile componentelor plămezii pentru generația a IV-a (melasă 4 200 kg, superfosfat de calciu 394 kg, sulfat de amoniu 357 kg);

— amestecul melasă-apă în vasul de generația a IV-a (650 kg melasă și 25 m^3 apă);

— modul de însămînțare cu generația a III-a;

— aducerea cu ajutorul acidului sulfuric la un *p*H optim (4,8—5,0);

— temperatura inițială și temperatura finală (26—27°C și 30—31°C);

— modalitatea de alimentare cu melasă și substanțe nutritive.

Rezultatele se apreciază prin controlul *p*H-ului (*p*H-ul final 4,2), concentrației (3,7—3,9° Blg în final) și purității microbiologice.

În această fază întreaga plămadă cu drojdie trece la separare obținîndu-se *laptele de drojdie* care are o concentrație la 1 l de circa 500 g drojdie cu 27% substanță uscată și care se păstrează la temperatura de 2—3°C.

Prepararea drojdiei comerciale (generația a V-a) este influențată de următorii factori:

— componentele și proporțiile amestecului (melasă 3 000 kg, superfosfat de calciu 140 kg, sulfat de amoniu 80 kg);

— proporția în care se folosește pentru însămînțare laptele de drojdie (20—30% în raport de melasă);

— *p*H-ul (3,8—3,9);

— condițiile în care are loc pornirea înmulțirii (40 m^3 apă, cu 8% din melasă și 14% din sărurile nutritive);

— condițiile în care se desfășoară procesul de înmulțire (extractul, *p*H-ul, temperatura, adaosurile periodice de melasă și săruri nutritive);

— debitul de aerisire în diferite etape.

Rezultatele se apreciază prin puritatea microbiologică și controlul *p*H-ului, concentrației, azotului și fosforului. Drojdia se separă din plămadă folosind centrifugarea și spălarea laptelui de drojdie care se păstrează apoi la temperatura de 2—3°C.

Scanned with OKEN Scanner

Presarea drojdiei constă din trecerea laptelui de drojdie prin filtre-prese cu ajutorul unei pompe. Această operație depinde de:
— presiunea folosită în diferite faze;
— umiditatea drojdiei presate (70—74%).

Urmează operațiile de formare a drojdiei, fasonare, ambalare și depozitare.

În procesul de fabricare a drojdiei pentru panificație se pot avea în vedere următoarele obiective:
— culoarea (precizarea nuanței și uniformitatea);
— aspectul (compactitate, suprafața netedă);
— consistența (densă, nelipicioasă, rupere ușoară);
— gust (caracteristic, fără gusturi străine);
— miros (caracteristic, fără mirosuri străine);
— umiditatea (maximum 76%);
— durata de creștere a aluatului pînă la 7 cm înălțimea (maximum 90 minute);
— consumuri specifice;
— costuri de producție;
— consumuri energetice;
— utilizarea capacităților de producție.

6.18.4. FABRICAREA DROJDIEI USCATE DE PANIFICAȚIE

Fabricarea drojdiei uscate de panificație a luat extindere datorită conservabilității îndelungate (peste 6 luni) și condițiilor de depozitare mai puțin pretențioase.

Uscarea drojdiei este influențată de următorii factori:
— calitatea drojdiei comprimate care servește ca materie primă;
— tipul de uscător folosit și procedeul de uscare utilizat;
— temperatura aerului de uscare în diferite etape;
— umiditatea aerului;
— grosimea stratului de drojdie;
— durata de uscare;
— umiditatea inițială și umiditatea finală a produsului.

Obiectivele care se urmăresc se pot referi la:
— umiditatea (7,0—9,0%);
— puterea de creștere (în maximum 90 minute);
— caracteristici senzoriale (aspect, culoare, gust, miros);
— costuri de producție, consumuri energetice etc.

6.18.5. APLICAȚII

Aplicația 34. Îmbunătățirea calității drojdiei de panificație. Mulți sînt factorii care influențează complexul proces de fabricare a drojdiei de panificație. Condițiile în care are loc fermentarea la prepararea culturilor în fabrică și anume *p*H-ul și temperatura s-au considerat că

Scanned with OKEN Scanner

sînt factori importanţi în influenţarea unor caracteristici ale drojdiei de panificaţie.

Aprecierea produsului s-a făcut pe baza metodei punctajului după următoarele criterii:

— culoare	maximum 10 puncte
— aspect	maximum 5 puncte
— consistenţa	maximum 10 puncte
— gust	maximum 10 puncte
— miros	maximum 5 puncte
Total:	maximum 40 puncte

Condiţiile în care se desfăşura procesul curent erau următoarele:
— *p*H=4,0;
— temperatura, 30°C.

Pornind de la condiţiile procesului curent s-au elaborat variantele experimentale potrivit schemei din fig. 84.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele condiţii şi variante de lucru:

Varianta	*Factor A* pH	*Factor B* Temperatura °C
1	4,0	30
2	3,9	29
3	4,1	31
4	4,1	29
5	3,9	31

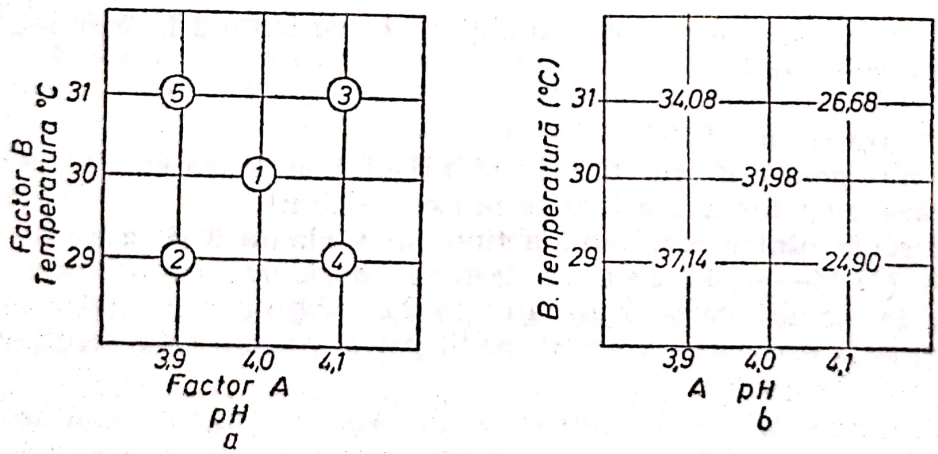


Fig. 84. Îmbunătăţirea calitativă a drojdiei de panificaţie:
a — programul de lucru; b — rezultatele obţinute (note).

Observaţiile celor 5 cicluri sînt prezentate în tabelul 161.
Concluziile acestei aplicaţii sînt următoarele:
Faza I; ultimul ciclu $n=5$;
Scop: îmbunătăţirea calităţii drojdiei de panificaţie;
Proces: prepararea culturilor în fabrică;
Factori: *pH*-ul şi temperatura.

Tabelul 161

Observațiile făcute la fabricarea drojdiei de panificație
(note)

$\sigma = 1{,}92$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	30,2	38,6	25,4	26,4	34,2
$n=2$	33,7	36,8	25,9	22,6	35,3
$n=3$	30,5	37,5	26,5	27,1	32,8
$n=4$	33,4	35,5	27,2	23,0	35,6
$n=5$	32,1	37,3	28,4	25,4	32,5

Rezultatele sintetizate în mediile ultimului ciclu și exprimate în notele acordate, potrivit sistemului de punctaj menționat, sînt prezentate în fig. 84.

Erorile, efectele și abaterile sînt:		
Eroarea pentru medii		±1,54
Efectele:		
Efectul *p*H-ului (*A*)	—9,82	±1,54
Efectul temperaturii (*B*)	—0,64	±1,54
Efectul combinat al *p*H-ului și temperaturii ($A \times B$)	2,42	±1,54
Efectul de schimbare a mediei	—1,02	±1,38
Evaluarea anterioară a abaterii	1,92	
Estimarea abaterii medii patratice	1,73	

Cele mai bune rezultate s-au obținut în varianta 2 în care s-a lucrat în următoarele condiții:

— *p*H=3,9;

— temperatura, 29°C.

De menționat efectul pozitiv al *p*H-ului la valoarea 3,9, respectiv la o valoare ușor diminuată față de procesul curent.

Diferența dintre rezultatul obținut în varianta 2 și procesul curent este 5,16 (37,14—31,98) ceea ce trebuie considerat ca o îmbunătățire sensibilă. Pe de altă parte, rezultatul de 2,88 obținut prin divizarea acestei diferențe la estimarea abaterii medii patratice confirmă rezultatul pozitiv al acestui experiment.

Noii parametri se pot introduce în procesul curent sau se poate efectua un alt experiment cu un număr mai mare de factori pentru a obține rezultate pozitive suplimentare.

6.19. INDUSTRIA VINULUI

Caracteristicile principalelor procese și operații din industria vinului care pot să constituie elemente care să stea la baza unor experimente EVOP, sînt următoarele:

Scanned with OKEN Scanner

6.19.1. PREPARAREA MUSTULUI

Modul de obținere a mustului și calitatea acestuia sînt influențate de:

— caracteristicile materiei prime;
— metoda de presare și tipul de utilaj folosit;
— cantitatea de SO_2 folosită pentru limpezire (circa 10—20 mg SO_2/l).

6.19.2. FERMENTAREA

Fermentarea alcoolică constă în transformarea zaharurilor în alcool etilic și bioxid de carbon prin intermediul fermenților produși de anumite microorganisme.

Factorii care influențează acest proces sînt:

— temperatura (optimum se consideră a fi 25—30°C);
— lumina (influențează în sens negativ fermentarea);
— forma vasului și respectiv înălțimea stratului de must;
— oxigenul (mai mult la începutul fermentației și mai puțin în etapa a II-a a fermentației);
— alcoolul (influențează în sens negativ; trebuie însă să se țină seama de influența selectivă și de caracteristicile fermenților);
— aciditatea (fermenții acționează în mediu neutru sau acid; un conținut în aciditate de 8—10 g/l reprezintă condițiile cele mai bune);
— zahărul constituie principalul component din must care favorizează dezvoltarea microorganismelor (un conținut de 10 ... 20% zahăr determină o bună fermentare);
— acidul sulfuros (dozele mici de pînă la 10 mg/l influențează nesemnificativ; dozele mai mari întîrzie fermentarea existînd o relație directă între doza folosită și numărul de zile care întîrzie dezvoltarea fermentării; doza de 1 g/l omoară fermenții din mustul proaspăt; doza uzuală este cuprinsă între 10—20 mg SO_2/l);
— folosirea fermenților selecționați (se recomandă să se utilizeze o cultură de fermenți similară cu originea mustului).

Utilizarea fermenților selecționați prezintă următoarele avantaje care ar putea fi evaluate:

— începerea fermentației cu 2—3 zile mai devreme și împiedicarea unor fermentații secundare;
— realizarea unei fermentații complete a zahărului din must chiar dacă mustul este bogat în zahăr;
— formarea pe fundul vasului a unor depozite mai mici;
— realizarea limpezirii într-un timp mai scurt (în maximum două luni) și depunerea mai lesne prin coagulare a unor substanțe din must;
— punerea în consum mai grabnică a vinului nou obținut cu fermenți selecționați;
— obținerea unor vinuri cu gust, aromă și buchet bine individualizate și pronunțate;

Scanned with OKEN Scanner

— realizarea unor vinuri cu conținut alcoolic mai ridicat cu circa 0,5—1 grade alcoolice comparativ cu vinurile obținute prin metode tradiționale.

6.19.3. ÎNGRIJIREA VINULUI DUPĂ FERMENTARE

După fermentare vinurile sînt supuse la diverse operații, care au ca scop desăvîrșirea calității vinului. Acestea depind de:

— temperatura (8—14°C) și umiditatea relativă (circa 80%) de păstrare;

— frecvența umplerii pînă la pritocul întăi și între celelalte și alegerea momentului potrivit pentru efectuarea pritocirilor;

— eventualele tratamente în funcție de constatări (metabisulfit de potasiu, acid citric etc.) și dozele în care se folosesc aceste substanțe;

— modul de reumplere al vaselor;

— folosirea altor tehnici de suplinire a reumplerii vaselor în cazul lipsei vinului de aceeași calitate pentru a executa umplerea.

6.19.4. CONDIȚIONAREA VINULUI

Scopul condiționării vinurilor este de a le conferi calități superioare care să le asigure desfacerea și să satisfacă pe consumator. Pentru aceasta vinurile sînt corectate, cupajate și limpezite.

Cupajarea vinului și corecțiile au ca scop realizarea unor caracteristici fizico-chimice și senzoriale superioare și pot avea ca obiective următoarele:

— corectarea gradului alcoolic;
— corectarea acidității;
— corectarea conținutului în tanin;
— corectarea conținutului în zahăr;
— realizarea unei culori corespunzătoare;
— ameliorarea gustului;
— îmbunătățirea aromei și buchetului;
— realizarea unor partizi omogene.

Rezultatele cupajării vinurilor și eventualele corecții depind de:

— utilizarea unor vinuri sănătoase și care să nu fie în fermentație;

— folosirea unor vinuri care să aibă caracteristici apropiate;

— efectuarea prealabilă a unor analize complete fizico-chimice și a unor evaluări senzoriale obiective;

— executarea unor probe prealabile precedate de calculul proporțiilor ce trebuie făcute pentru a asigura realizarea limitelor dorite;

— tehnica cupajării folosite;

— folosirea cu precădere pentru corecție a vinurilor sau a produselor derivate din struguri (must concentrat, tanin oenologic etc.);

— metode și aparate de cupajare întrebuințate.

Limpezirea vinului se poate face prin cleire și prin filtrare. Cleirea vinului se bazează pe introducerea în vin a unor substanțe hidrofile

Scanned with OKEN Scanner

coloidale care în contact cu substanţele taninoase formează precipitate şi care avînd o greutate specifică mai mare decît a vinului se depun o dată cu celelalte impurităţi pe care le antrenează în cădere.

Factorii care influenţează cleirea vinului sînt:

— condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească vinurile supuse cleirii (vinul să fie sănătos şi cu fermentaţia terminată);

— temperatura la care se execută cleirea (între 10 şi 25°C);

— natura substanţei folosite (clei de peşte, albuş de ou, gelatină, agar-agar, bentonită, caolin, cărbunele etc.);

— forma sub care se aplică substanţa respectivă;

— doza folosită;

— durata tratamentului;

— durata maximă la care trebuie tras de pe clei;

— starea de linişte a vinului (evitarea mişcării şi trepidaţiilor);

— executarea de microprobe (pentru stabilirea exactă a dozelor în funcţie de efect şi caracteristicile vinului);

— eventuala tratare prealabilă cu tanin şi doza folosită (la unele vinuri albe lipsite de tanin);

— utilizarea corectă a tehnicii de cleire specifică fiecărei substanţe;

— metoda de cleire folosită.

În ce priveşte limpezirea prin filtrare, aceasta depinde de materialul filtrant, aparatul folosit şi ceilalţi factori care influenţează filtrarea (v. 5.4.).

Limpezirea vinului se poate efectua şi prin centrifugare, situaţie în care se va ţine seama de factorii care influenţează această operaţie (v. 5.5).

6.19.5. STABILIZAREA VINULUI

Vinurile după limpezire se pot tulbura din cauze fizico-chimice sau biologice.

Tulburările de natură fizico-chimice se pot datora prezenţei în exces a bitartratului de potasiu, precipitării unor substanţe de natură coloidală (proteine, substanţe pectice, mucilaginoase etc.), sau a unor săruri ale metalelor grele (cupru, fier etc.).

Tulburările biologice pot fi cauzate de drojdii şi bacterii.

Eliminarea bitartratului de potasiu se obţine prin diverse procedee:

a) Tratarea vinului prin frig constituie un procedeu curent, fiind influenţat de următorii factori:

— temperatura la care se efectuează tratamentul (aproximativ —4 . . . —6°C);

— durata tratamentului la frig (circa 5—7 zile).

b) Tratarea vinului cu unele substanţe chimice va depinde de:

— natura substanţei folosite (acid metatartric s.a.);

— doza întrebuinţată (în cazul acidului metatartric 100—150 mg/l de vin).

Scanned with OKEN Scanner

Eliminarea proteinelor precipitabile se poate obține prin folosirea diferitelor substanțe și în acest caz rezultatele vor depinde de:

— natura substanței folosite (bentonită, caolin, acid silicic coloidal, tanin etc.);

— doza utilizată (bentonită 50—100 g/hl, caolin 200—500 g/hl, acid silicic coloidal 30 g/hl, tanin 10—50 g/hl.

De menționat că eliminarea proteinelor cu ajutorul taninului are la bază precipitarea proteinelor, în timp ce celelalte substanțe menționate mai sus acționează prin adsorbție. Eliminarea proteinelor se poate realiza și prin hidroliza cu ajutorul enzimelor proteolitice.

Eliminarea impurităților metalice se realizează de asemenea prin utilizarea unor substanțe chimice. Astfel, eliminarea fierului se poate efectua prin tratarea cu ferocianură de potasiu și este influențată de:

— doza întrebuințată (7,25—15,1 mg ferocianură de potasiu pentru 1 mg de fier);

— combinarea cu un adaos de bentonită pentru asigurarea floculării ferocianurii precipitatului.

Eliminarea microorganismelor se poate realiza prin mai multe procedee:

a) *Stabilizarea prin pasteurizare* depinde de:

— temperatura de pasteurizare (aproximativ 65—70°C);

— durata de pasteurizare (cîteva minute).

b) *Utilizarea substanțelor antiseptice* este condiționată de:

— natura substanțelor antiseptice (SO_2, acidul ascorbic, acidul sorbic etc.);

— doza utilizată.

Pentru inhibarea microorganismelor se mai pot folosi antibioticile, epuizare azotoasă, alcoolizare etc.

Prepararea vinurilor albe și a vinurilor roșii comportă unele tehnici speciale care pot fi luate în considerație la îmbunătățirea produselor respective.

Obiectivele generale care pot fi urmărite la prepararea vinurilor sînt:

— aspect (limpiditatea, aprecierea prin note);

— culoare (caracteristică tipului, aprecierea prin note);

— aroma (specifică cu tipul și vîrsta vinului, aprecierea prin note);

— gustul (corespunzător cu tipul, aprecierea prin note);

— concentrația alcoolică (conformitatea cu actul normativ);

— extract sec nereducător (conformitatea cu actul normativ);

— SO_2 total (conformitatea cu actul normativ);

— durabilitatea limpidității (conformitatea cu actul normativ);

— costuri de producție, randamente etc.

6.19.6. PREPARAREA VINURILOR SPUMOASE ȘI SPUMANTE

Prin această categorie de vinuri se înțeleg șampania și vinul spumos.

Scanned with OKEN Scanner

Şampania este produsul care se obţine prin fermentare repetată a unui vin cu anumite caracteristici căruia i s-a adăugat zahăr şi drojdie. Obţinerea şampaniei se poate face direct în sticle sau în rezervoare metalice.

Vinul spumos este realizat printr-o tehnologie mai scurtă în timp în care impregnările cu CO_2 se fac prin mijloace artificiale.

Factorii care influenţează procesul de şampanizare a vinului sînt:

— soiurile folosite şi caracteristicile acestora în ce priveşte conţinutul în zahăr şi aciditatea;

— modul în care se face fermentaţia mustului (fermentare cu drojdii selecţionate la o temperatură de 16—18°C etc.);

— felul în care se efectuează îngrijirea şi condiţionarea vinului;

— proporţiile materialelor folosite pentru prepararea licoarei de tiraj (exemplu: 69 l vin de un an, diluat cu 69 l apă distilată şi 50 kg zahăr);

— cantitatea de acid citric adăugată în licoarea de tiraj (circa 200 g/hl);

— modul de pregătire a licoarei de expediţie şi proporţiile materialelor folosite (exemplu: zahăr 70 kg, vin vechi 57 l, coniac de vin şi ingrediente 5 l, acid citric 150 g);

— calitatea sticlelor şi felul în care se spală şi curăţă;

— caracteristicile dopurilor şi modul de pregătire al acestora;

— suşele de drojdii folosite şi modul de pregătire a maielei de drojdii selecţionate;

— caracteristicile vinului pentru tiraj (vechimea, proporţia vinului vechi, stabilitatea, tăria alcoolică, aciditatea);

— pregătirea vinului înainte de tiraj (adaosul cu 24 ore înainte a taninului, gelatinei, bentonitei şi proporţiile acestora);

— modul în care se pregăteşte şi omogenizează vinul pentru tiraj, licoarea de tiraj şi maiaua de drojdie selecţionată şi proporţiile acestora;

— durata omogenizării;

— felul în care se execută tragerea la sticle şi golul lăsat liber între dop şi suprafaţa vinului (4—5 cm);

— temperatura la care trebuie să se execute fermentarea în sticle (11—13°C);

— durata fermentării (1—2 luni) şi presiunea realizată în interiorul sticlelor (4 atm);

— modul în care se asigură depozitarea, temperatura şi îngrijirea sticlelor;

— felul în carre se pregăteşte şampania pentru consum (degorjatul, adaosul licoarei de expediţie şi astupatul definitiv al sticlei).

Şampanizarea vinului se poate efectua în rezervoare mari dotate cu aparatură de control şi condiţionare care asigură o productivitate sporită.

În prepararea vinurilor spumante (şampanizate) se pot studia unul sau mai multe din următoarele obiective:

— aspectul (limpezimea, eventuala prezenţă a sedimentului sau a particulelor în suspensie);

Scanned with OKEN Scanner

— culoarea (nuanța și conformitatea cu actul normativ);
— miros, gust, aromă (plăcute, caracteristice, apreciere prin note);
— perlare și spumare (cantitate, persistență);
— gradul alcoolic (11—13° sau conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea totală (minimum 4,5 sau conformitatea cu actul normativ);
— aciditate volatilă (maximum 0,6 g/l);
— extract total g/l (funcție de sortiment și conformitatea cu actul normativ);
— zahăr invertit g/l (funcție de sortiment și conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

Prepararea vinului spumos este condiționată de următorii factori;
— soiurile folosite și caracteristicile vinului (alcool, aciditate, extract etc.);
— stabilitatea și vechimea vinului;
— modul de impregnare a vinului cu bioxid de carbon și asigurarea condițiilor prealabile de temperatură (3—5°C);
— felul de preparare a licoarei de expediție și proporțiile componentelor;
— cantitatea de licoare de expediție ce se adaugă;
— modul de umplere și astupare;
— timpul de păstrare a vinului spumos înainte de a fi dat în consum (minimum 30 zile).

Obiectivele care pot fi urmărite în cazul preparării vinului spumos sînt:
— aspect (limpiditate, lipsă sediment sau particule în suspensie);
— culoare (precizarea culorii și aprecierea prin note);
— gust (plăcut, caracteristic, aprecierea prin note);
— miros (plăcut, specific, lipsă mirosuri străine);
— aciditatea totală (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea volatilă (conformitatea cu actul normativ);
— extract total (conformitatea cu actul normativ);
— zahăr invertit (conformitatea cu actul normativ);
— presiunea în sticle la 20°C (minimum 2,5 atm.);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.19.7. PREPARAREA VERMUTULUI

Vermutul este un vin licoros preparat din vin cu adaos de spirt, zahăr și macerat de plante.

Rezultatele obținute și calitatea produsului sînt influențate de:
— calitatea și caracteristicile vinului întrebuințat;
— plantele care intră în rețeta maceratului și proporțiile acestora (dat fiind numărul mare al acestora fiecare din acestea sau cele mai importante pot constitui factori care pot fi studiați);
— modul în care se prepară maceratul;

Scanned with OKEN Scanner

— cantitatea de macerat adăugată;
— proporțiile celorlalte componente (vin-spirt, zahăr-acid citric-caramel).

Obiectivele care pot fi urmărite în prepararea vermutului sînt:
— aspect (limpezime, lipsă suspensii și sediment);
— culoare (precizarea culorii și aprecierea acesteia);
— gust (plăcut, caracteristic, aprecierea prin note);
— aromă (plăcută, specifică sortimentului, aprecierea prin note);
— concentrația alcoolică (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea totală (conformitatea cu actul normativ);
— extract total (conformitatea cu actul normativ);
— zahăr total (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.19.8. FABRICAREA CONIACULUI

Coniacul este o băutură alcoolică preparată prin distilarea vinului și învechit un timp îndelungat.

Factorii care influențează fabricarea coniacului sînt:
— caracteristicile vinului destinat fabricării coniacului (alcool, zahăr, aciditate, extract, SO_2 etc.; însușiri senzoriale);
— tehnologia de distilare folosită;
— aparatura de distilare utilizată;
— egalizarea distilatelor;
— condițiile în care se realizează învechirea distilatului (temperatura 15—20°C, umiditatea relativă 75—90% etc.), sau metodele folosite pentru scurtarea duratei de maturare a distilatelor (tratament termic, tratare prin macerare catalitică etc.);
— modul în care se execută cupajarea coniacurilor și eventualele adaosuri (ape extractive alcoolizate, fracțiuni de distilat aromate, sirop de zahăr, caramel etc.), precum și proporțiile acestor adaosuri;
— modalitatea de cleire aplicată (substanța și doza folosită și durata tratamentului; exemplu în cazul cleiului de pește. Doza: circa 3—4 g/hl, durata: 5—10 zile);
— eventuala filtrare.

Obiectivele generale care pot fi urmărite în cazul fabricării coniacului sînt:
— aroma (în conformitate cu sortimentul și marca coniacului);
— miros și gust (caracteristic sortimentului, apreciere prin note);
— culoarea (nuanța specifică sortimentului);
— concentrația alcoolică (conformitatea cu actul normativ);
— esteri (acetat de etil la 100 l alcool anhidru cuprins între minimum 75 și minimum 120 în raport de sortiment);
— aciditate totală (conformitatea cu actul normativ);

Scanned with OKEN Scanner

— zahăr (g/l cuprins între maximum 3 și maximum 8 în raport de sortiment);
— bioxid de sulf liber (mg/l cuprins între maximum 7 și maximum 10);
— pierderile realizate în timpul fabricării coniacului;
— costurile de producție, randamente etc.

6.19.9. FABRICAREA OȚETULUI

Oțetul este un produs care reprezintă o soluție de acid acetic în apă.

Oțetul se poate obține pe două căi:

a) prin fermentarea acetică a lichidelor alcoolice (vin, cidru etc.) din care cel mai obișnuit este oțetul de vin.

b) prin diluarea cu apă a acidului acetic concentrat denumit și oțet artificial.

Oțetul de fermentație se obține prin transformarea alcoolului în acid acetic care în fapt este o oxidare enzimatică realizată sub acțiunea unor microorganisme. Enzima este o oxidază produsă de aceste bacterii.

Factorii care influențează fabricarea oțetului de fermentație sînt:
— tăria alcoolică a lichidului (să fie cuprins între 3 și 14° alcoolice);
— temperatura la care are loc fermentația acetică (între 10 și 35°C; o fermentație intensă se desfășoară între 25 și 35°C);
— contactul permanent cu oxigenul și o suprafață de contact între lichid și oxigen cît mai mare;
— durata fermentării (în raport de tehnica aplicată și aparatele folosite);
— modul de constituire a plămezii și proporțiile componentelor (oțet, alcool etilic și apă);
— eventualele săruri adăugate în plămezile preparate din alcool etilic și proporțiile acestora;
— felul în care procesul este urmărit și tehnicile de lucru utilizate;
— tipul de aparatură folosit (aparate continui, aparate discontinui);
— controlul periodic al aciditătii alcoolului, ventilației, temperaturii etc.;
— starea igienică și de curățenie a talajului și eventuala condiționare sau înlocuire;
— substanțele folosite pentru limpezirea oțelului și dozele utilizate (gelatină, clei de pește, albuș de ou);
— felul în care se efectuează filtrarea și materialele filtrante întrebuințate;
— eventuala tratare cu cărbune activ pentru înlăturarea unor mirosuri străine puțin pronunțate.

Scanned with OKEN Scanner

În fabricarea oțetului se pot urmări următoarele obiective:

— gustul (caracteristic materiei prime din care provine, lipsa gustului străin);

— miros (caracteristic materiei prime);

— aspect (limpezimea, lipsă de corpuri străine);

— culoarea (aprecierea nuanței);

— extract (minimum 0,2 g la 100 cm^3 oțet);

— aciditatea totală ($9 \pm 0{,}3$ g acid acetic la 100 cm^3 oțet);

— sediment (maximum 0,2 reziduu uscat g la 1 dm^3 oțet);

— alcool metilic (maximum 0,05 g la 100 cm^3 produs);

— randamente, costuri de producție, utilizarea capacităților de producție etc.

6.19.10. APLICAȚII

Aplicația 35. Stabilirea condițiilor optime pentru limpezirea vinului. Limpezirea vinului se efectuează prin cleire sau prin filtrare. Uneori se practică amîndouă procedeele pentru a asigura o eficacitate și stabilitate mai bună.

Dintre factorii care influențează limpezimea vinului au fost analizați cantitatea de gelatină folosită pentru 1 hl vin și temperatura la care se efectuează cleirea. Aprecierea limpedității vinului s-a făcut prin acordare de note pe scara 1—5 în care nota 1 se acordă pentru vinul tulbure iar nota maximă 5 pentru vinul de limpeditate cristalină, strălucitor, între aceste două extreme se intercalează vinurile cu caracteristici de limpezime, intermediare.

Condițiile în care se desfășura procesul curent erau următoarele:

— cantitatea de gelatină folosită, 12,5 g/hl;

— temperatura la care se efectua cleirea, 15°C.

Pornind de la aceste condiții s-au elaborat variantele experimentale potrivit schemei din figura 85.

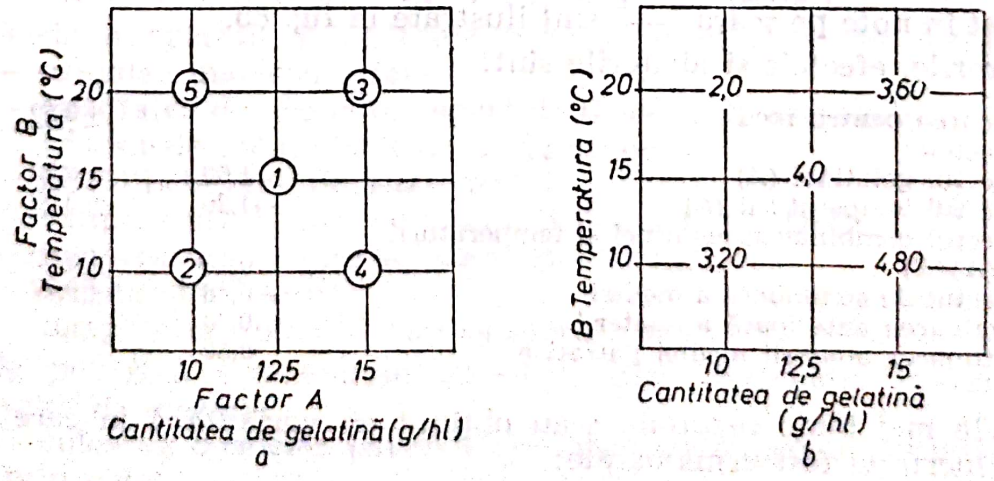


Fig. 85. Îmbunătățirea operației de limpezire a vinului:
a — programul de lucru; b — rezultatele obținute (note).

Scanned with OKEN Scanner

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	*Factor A* Gelatină (g/hl)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	12,5	15
2	10	10
3	15	20
4	15	10
5	10	20

S-au efectuat 5 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 162.

Tabelul 162

Observațiile făcute la operația de limpezirea vinului

(note) $\sigma = 0{,}70$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	4	4	3	5	2
$n=2$	5	3	4	4	2
$n=3$	3	3	4	5	2
$n=4$	4	3	3	5	1
$n=5$	4	3	4	5	3

Concluziile acestei aplicații sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scop: stabilirea condițiilor de lucru care să asigure o limpeditate cît mai bună a vinului;

Proces: limpezirea vinului;

Factori: cantitatea de gelatină folosită și temperatura la care se execută cleirea.

Rezultatele obținute reprezentînd gradul de limpezime al vinului exprimat în note pe scara 1—5 sînt ilustrate în fig. 85.

Erorile, efectele și abaterile sînt:

Eroarea pentru medii		$\pm 0{,}52$
Efectele:		
Efectul gelatinei (A)	1,60	$\pm 0{,}52$
Efectul temperaturii (B)	—1,20	$\pm 0{,}52$
Efectul combinat al gelatinei și temperaturii ($A \times B$)	0	$\pm 0{,}52$
Efectul de schimbare a mediei	—0,48	$\pm 0{,}47$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,70	
Estimarea abaterii mediei patratice	0,59	

Cele mai bune rezultate s-au obținut cu varianta 4 în care condițiile de lucru au fost următoarele:

— cantitatea de gelatină, 15 g/hl;

— temperatura, 10°C.

Scanned with OKEN Scanner

Din examinarea efectelor se poate constata că o cantitate mai mare de gelatină și o temperatură mai redusă au fost favorabile procesului de limpezire rezultînd un vin cu un grad de limpezime superior.

Diferența dintre rezultatele obținute în varianta 4 și procesul curent este de 0,80 (4,80—4,0) ceea ce trebuie considerat mulțumitor.

Aceste rezultate îndreptățesc introducerea în procesul tehnologic a noilor condiții de lucru.

6.20. INDUSTRIA CONSERVĂRII FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR

În industria conservării fructelor și legumelor se aplică o gamă largă de procese și operații iar numărul sortimentelor este foarte mare, fapt ce permite o largă utilizare a operării evolutive.

6.20.1. FABRICAREA CONSERVELOR DE LEGUME STERILIZATE

Principiile sterilizării au fost prezentate la 5.8 și ele pot constitui baza unor experimente EVOP pentru fiecare sortiment în parte.

6.20.1.1. CONSERVE DE LEGUME ÎN SARAMURĂ

Conservele de mazăre. Pe principalele operații se pot exemplifica următoarele scopuri și factori care pot să stea la baza unor aplicații EVOP.

Opăritul boabelor este influențat de:
— calitatea materiei prime;
— temperatura de opărire (circa 85—90°C);
— durata opăririi (circa 2—10 minute);
— calitatea apei folosite (duritatea apei, în special).

Celelalte operații și calitatea produsului obținut vor depinde de:
— calitatea materiei prime;
— cantitatea de boabe în raport de lichidul de acoperire;
— adaosurile făcute în lichidul de acoperire;
— *p*H-ul lichidului de acoperire;
— temperatura la care se toarnă lichidul de acoperire;
— temperatura la care se efectuează sterilizarea;
— durata sterilizării;
— temperatura pînă la care se răcesc conservele.

Se pot fixa următoarele obiective mai importante la fabricarea conservelor de mazăre:
— culoarea boabelor (cît mai apropiată de culoarea naturală, apreciere prin note);
— frăgezimea boabelor (evaluare prin metode obiective sau apreciere prin note);

Scanned with OKEN Scanner

— aspectul boabelor (integritate, uniformitate);
— gustul conservelor de mazăre (caracteristic, apreciere prin note);
— aspectul lichidului (caracterizare: limpede, opalescent, tulbure);
— boabe de mazăre raportate la masa netă (minimum 60% sau conformitatea cu actul normativ);
— boabe sparte, seci și alte defecte (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice, utilizarea capacităților de producție.

Conservele de fasole. Dintre factorii de seamă, care condiționează procesul tehnologic de fabricare a conservelor de fasole, se pot enumera:
— calitatea și caracteristicile materiei prime;
— temperatura de opărire a păstăilor;
— durata opăririi;
— compoziția lichidului de acoperire;
— pH-ul lichidului de acoperire;
— temperatura lichidului de acoperire;
— raportul păstăi-lichid de acoperire;
— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— temperatura pînă la care se face răcirea.

În experimentele EVOP care se vor efectua se pot fixa unul sau mai multe din următoarele scopuri:
— culoarea păstăilor (cît mai apropiată de culoarea naturală, apreciere prin note);
— aspectul păstăilor (integritate, uniformitate, lipsă ațe);
— gustul conservelor de fasole (caracteristic, apreciere prin note);
— aspectul lichidului (limpede, opalescent etc.);
— conținut de păstăi raportat la masa netă (minimum 55% sau conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

În linii mari factorii de influență și scopurile urmărite sînt aceleași și pentru alte sortimente de conserve de legume în saramură.

6.20.1.2. CONSERVE DE LEGUME ÎN BULION

Pregătirea legumelor este asemănătoare cu aceea pentru conservele în saramură.

Factorii care influențează procesul tehnologic și calitatea conservelor de legume în bulion sînt următorii:
— caracteristicile materiei prime;
— temperatura de opărire;
— durata opăririi;
— concentrația și calitatea bulionului;
— temperatura bulionului adăugat;
— proporția bulion-legume;
— proporția legumelor în amestec;

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— temperatura pînă la care se face răcirea.

Se pot menționa următoarele obiective:
— aspectul conținutului (apreciere prin note);
— culoarea legumelor (caracteristică fiecărei legume);
— culoarea bulionului (atrăgătoare, apreciere prin note);
— consistența legumelor (specifică legumelor fierte, neterciuite);
— gustul legumelor (plăcut, caracteristic legumelor respective, apreciere prin note);
— gustul bulionului (plăcut, apreciere prin note);
— conținut de legume raportat la masa netă (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea volatilă (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice, utilizarea capacităților de producție etc.

6.20.1.3. CONSERVE DE LEGUME ÎN ULEI

Dintre factorii care condiționează procesul de fabricare a conservelor de legume în ulei se pot menționa:
— caracteristicile materiei prime;
— modul în care se execută prăjirea legumelor;
— felul în care se efectuează opărirea pentru legumele la care se aplică acest tratament;
— compoziția sosului (lichidului de acoperire);
— raport legume-sos;
— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— temperatura pînă la care se face răcirea conservelor.

Scopurile care pot constitui obiectivul unor experimente EVOP sînt următoarele:
— aspectul conținutului (aprecierea prin note a aspectului comercial);
— aspectul și culoarea sosului (atrăgătoare, apreciere prin note);
— gustul produsului (plăcut, apreciere prin note);
— consistența legumelor (specifică legumelor fierte, neterciuite);
— conținut de legume raportat la masa netă (conformitatea cu actul normativ);
— conținut în substanțe grase (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice, utilizarea capacităților de producție etc.

6.20.2. FABRICAREA CONSERVELOR DE TOMATE

Pentru roșiile în bulion sînt aplicabile indicațiile date pentru conservele de legume în bulion.

Scanned with OKEN Scanner

La roşiile decojite, sortiment apreciat şi mult solicitat şi pe pieţele străine, sînt de făcut unele menţiuni în legătură cu decojirea acestora.

În cazul utilizării aburului supraîncălzit se vor lua în consideraţie:

— temperatura realizată;
— durata tratamentului.

În situaţia curăţirii chimice se va ţine seama de:

— concentraţia soluţiei de hidroxid de sodiu;
— temperatura din timpul tratamentului;
— concentraţia unor eventuale adaosuri de substanţe tensioactive.

Pentru realizarea unei calităţi superioare şi a unei eficienţe sporite, se vor putea lua în studiu următorii factori suplimentari:

— concentraţia şi cantitatea de clorură de calciu adăugată în scopul menţinerii texturii;
— o concentraţie mai mare a sucului de roşii (pînă la 16%);
— proporţiile de acid citric sau acid tartric adăugate în scopul micşorării *p*H-ului şi respectiv a reducerii timpului de sterilizare. Aceasta se va reflecta pozitiv asupra calităţii produsului.

6.20.2.1. SUCUL DE TOMATE

Sucul de tomate reprezintă un produs cu o însemnată valoare nutritivă a cărui consum este în continuă creştere.

Factorii, mai însemnaţi de care trebuie să se ţină seama la fabricarea acestui produs, sînt următorii:

— calitatea materiei prime;
— temperatura preîncălzirii roşiilor zdrobite (circa 55—60°C);
— durata preîncălzirii;
— randamentul de extracţie (circa 75%);
— proporţiile eventualelor adaosuri (sare, zahăr etc.);
— *p*H-ul sucului şi eventuala corecţie a acestuia;
— mărimea vidului din instalaţia de dezaerare (circa 400 mm Hg);
— durata dezaerării (circa 10 minute);
— temperatura din timpul dezaerării;
— presiunea de lucru a omogenizatorului (circa 200 at);
— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— temperatura sucului la turnarea în recipiente.

În procesul de fabricare a sucului de tomate se vor putea urmări unul sau mai multe din următoarele obiective:

— gustul şi mirosul (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— culoarea produsului (roşie sau roşie-portocalie, apreciere prin note);
— aspectul (omogenitatea);
— extractul refractometric (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea totală (conformitatea cu actul normativ);
— conţinutul în clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);

Scanned with OKEN Scanner

— indicele Howard (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

6.20.2.2. PASTA DE TOMATE

Pasta de tomate constituie un produs cu o pondere însemnată pe piața națională și mondială.

Procesul tehnologic de fabricare a pastei de tomate și calitatea produsului sînt influențate de:

— calitatea materiei prime (extrac refractometric, conținut în zahăr, culoare etc.);
— sortarea roșiilor (îndepărtarea celor necorespunzătoare);
— temperatura de preîncălzire a roșiilor zdrobite;
— durata preîncălzirii roșiilor zdrobite. Operația de preîncălzire ajută la solubilizarea substanțelor pectice și contribuie la menținerea vitaminelor și pigmenților naturali asigurînd extragerea culorii roșii din coajă;
— modul de strecurare a roșiilor și de obținere a sucului;
— debitul sucului la intrarea în instalația de concentrare;
— temperatura din timpul concentrării;
— durata tratamentului termic;
— gradul de vid;
— natura produsului de concentrat (concentrație, densitate etc.);
— concentrația finală a produsului;
— temperatura de pasteurizare a produsului concentrat;
— durata de pasteurizare;
— temperatura pastei la umplerea în recipiente.

Ca scopuri de urmărit se pot propune:

— culoarea (evaluare obiectivă pe scara Munsel sau apreciere prin note);
— aspectul (omogenitate, finețe, prezența punctelor negre);
— gustul și mirosul (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— aciditatea totală (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea volatilă (conformitatea cu actul normativ);
— indicele Howard (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri energetice, consumuri specifice, utilizarea capacităților de producție.

6.20.3. FABRICAREA CONSERVELOR DE FRUCTE

6.20.3.1. GEMURILE

Gemurile sînt produse obținute prin fierberea fructelor proaspete sau semiconservate cu zahăr pînă la o anumită concentrație avînd drept caracteristică încorporarea fructelor într-un gel.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii care influențează acest proces sînt:

— caracteristicile materiei prime (integritate, culoare, extract refractometric, aciditate, conținut în pectină etc.);
— metoda de fierbere folosită (cazane duplicate, aparate vacuum);
— mărimea șarjei;
— cantitatea de zahăr adăugată;
— raport fruct-zahăr;
— cantitatea de pectină adăugată și calitatea acesteia;
— pH-ul amestecului și eventuala corecție prin adaos de acizi;
— momentele în care se efectuează adaosul de pectină și acid;
— temperatura de fierbere;
— durata fierberii;
— concentrația finală a produsului;
— temperatura produsului la umplerea în recipiente;
— temperatura și durata pasteurizării.

Obiectivele care pot fi urmărite sînt:

— culoarea (corespunzătoare fructului, apreciere prin note);
— gust și aromă (specifice fructului, apreciere prin note);
— consistența (produs potrivit de gelificat cu fructe destrămate, să nu curgă dar să fie tartinabil);
— aspect (omogenitate, luciul suprafeței);
— conținut în bioxid de sulf pentru gemurile fabricate din fructele semiconservate (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea gemului (conformitatea cu actul normativ);
— costurile de producție, consumuri specifice etc.

6.20.3.2. GELEURI

Geleurile sînt produse obținute prin fierberea sucurilor de fructe cu zahăr.

Față de factorii menționați, pentru produsul gem, sînt de menționat cei legați de obținerea sucului și limpezirea acestuia.

În ce privește obiectivele urmărite trebuie reținut importanța gradului de gelificare care constituie o caracteristică riguroasă precum și aspectul și culoarea produsului.

6.20.3.3. MARMELADE

Marmeladele sînt produse obținute din fructe proaspete sau semiconservate, strecurate, fierte, cu zahăr pînă la o anumită concentrație. Și acest produs se caracterizează prin gelificarea după răcire.

În linii mari factorii de influență și obiectivele urmărite sînt similare cu cei arătați la gemuri.

6.20.3.4. DULCEȚURI

Dulcețurile sînt produse obținute prin fierberea fructelor (întregi, jumătăți, divizate sub diferite forme) cu zahăr pînă la obținerea unei

Scanned with OKEN Scanner

anumite consistențe. Fructele se prezintă însiropate și înglobate într-un sirop negelificat.

Caracteristicile produsului și procesul de fabricație depind de:

— caracteristicile materiei prime (culoare, integritate etc.);
— procedeul folosit în vederea facilitării fenomenului de difuzie și osmoză și respectiv a însiropării fructelor cu zahăr;
— raportul fruct-sirop;
— mărimea șarjei;
— cantitatea de acid adăugată;
— momentul adăugării acidului;
— temperatura de fierbere;
— durata fierberii;
— concentrația finală a produsului.

Scopurile urmărite se vor putea referi la:

— aspect (integritatea fructelor, uniformitate etc.);
— consistența fructelor (bine pătrunse de sirop);
— consistența siropului (suficient de legat, negelificat);
— culoarea fructului (caracteristică soiului, apreciere prin note);
— culoarea siropului (uniformă, apropiată de a fructelor);
— gust și miros (caracteristice fructului, apreciere prin note);
— proporția de fructe (conformitatea cu actul normativ);
— aciditate (conformitate cu actul normativ);
— grade refractometrice (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.20.3.5. COMPOTURI

Compoturile sînt produse fabricate din fructe întregi, jumătăți sau divizate, în sirop de zahăr, ambalate în recipiente închise ermetic.

Factorii care influențează procesul de fabricare a compoturilor sînt:

— caracteristicile materiei prime;
— modul de sortare al fructelor;
— temperatura de opărire;
— durata de opărire;
— calitatea apei în care se face opărirea (duritatea, etc.);
— eventualul adaos de săruri de calciu în apa de opărire (50—150 mg/l);
— concentrația siropului adăugat;
— eventualele adaosuri în sirop (acid citric sau tartric pentru limpezire sau corectarea *p*H-ului, acid ascorbic în vederea menținerii culorii fructelor etc.);
— temperatura siropului la turnare (circa 85—95°C);
— eventuala preîncălzire a recipientelor (temperatura și durata tratamentului);
— temperatura de sterilizare;
— durata sterilizării;
— temperatura pînă la care se face răcirea compoturilor.

Scanned with OKEN Scanner

Un experiment EVOP se poate fixa la unul sau mai multe din următoarele obiective:

— aspectul fructelor (integritate, uniformitatea mărimii, repartizarea uniformă a fructelor în sirop etc.);
— culoarea fructelor (caracteristică varietății, uniformitate etc.);
— aspectul siropului (limpezime, prezența particulelor în suspensie etc.);
— consistența fructelor (potrivit de ferme, nedesrămate);
— gustul și mirosul (caracteristic fructelor respective, apreciere prin note);
— conținut de fructe (conformitatea cu actul normativ);
— grade refractometrice (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.20.3.6. SIROPURI

Siropurile sînt produse obținute din sucuri de fructe și zahăr. Dizolvarea zahărului se poate executa la rece sau la cald și de aici două tehnologii diferite de fabricație.

Procesul de fabricare a siropului de fructe poate fi influențat de următorii factori:

— caracteristicile sucurilor de fructe;
— natura și concentrația substanțelor folosite pentru conservarea sucurilor;
— durata tratamentului termic în cazul desulfitării sucurilor conservate cu bioxid de sulf;
— durata de fierbere în scopul dizolvării și invertirii zahărului;
— temperatura de fierbere;
— pH-ul amestecului, eventuala corecție prin adaos de acizi (tartric sau citric) și proporția acestora;
— proporțiile componentelor rețetei funcție de extractul refractometric al sucului (suc fructe-zahăr-apă).

Scopurile care pot fi urmărite sînt următoarele:

— aroma (specifică fructului, apreciere prin note);
— gustul (caracteristic fructului, apreciere prin note);
— culoarea (caracteristică fructului);
— aspectul (limpezime, viscozitate);
— grade refractometrice (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea exprimată în acid malic, g/100 cm^3 (conformitatea cu actul normativ);
— bioxid de sulf, g/100 cm^3 (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

6.20.3.7. SUCURI DE FRUCTE-NECTARE

Sucurile de fructe sînt produse lichide, obținute prin presarea sau divizarea fină a fructelor cu sau fără adaos de zahăr. Ele au o însemnată valoare nutritivă prin conținutul lor în substanțe minerale și vitamine.

Scanned with OKEN Scanner

Se pot distinge următoarele sortimente de sucuri de fructe:
— sucuri limpezi și sucuri opalescente;
— nectarele și cremogenatele.

Sucurile limpezi și sucurile opalescente. Fabricarea sucurilor este influențată de:
— caracteristicile materiei prime;
— gradul de mărunțire (la fructe semințoase);
— proporția adaosului de enzime pectolice (2—8‰);
— temperatura și durata tratamentului enzimatic (circa 50°C timp de aproximativ 30 minute);
— temperatura de încălzire prealabilă presării (circa 70—80°C);
— condițiile de presare (tipul de presă, presiunea kgf/cm^3);
— temperatura de difuzie (80—85°C);
— procedeul de limpezire (centrifugare, enzimatic);
— modalitatea de filtrare;
— modul de corectare (eventualul adaos de zahăr sau (și) acid);
— temperatura de pasteurizare;
— durata de pasteurizare.

Nectarele. Factorii care influențează acest proces de fabricație sînt:
— caracteristicile materiei prime;
— temperatura și durata de opărire;
— modalitatea de pasare, extracție și îndepărtare a părților celulozice;
— cantitățile de zahăr și acid adăugate; eventual alte adaosuri (pectină);
— modalitatea de dezaerare;
— mărimea particulelor obținute la omogenizare;
— temperatura de pasteurizare;
— durata de pasteurizare.

Atît pentru sucuri cît și pentru nectaruri se pot avea în vedere următoarele obiective:
— aroma (specifică fructului, apreciere prin note);
— gustul (caracteristic fructului, apreciere prin note);
— culoarea (specifică fructului);
— aspectul (limpede pentru sucurile limpezi, uniform și nestratificat pentru sucurile opalescente și nectaruri);
— grade refractometrice (conformitatea cu actul normativ);
— raportul zahăr/acid;
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice etc.

6.20.4. PREPARAREA LEGUMELOR ȘI FRUCTELOR USCATE

Principiile uscării au fost prezentate la 5.12 și ele pot constitui baza elaborării unor experimente EVOP.

Scanned with OKEN Scanner

6.20.4.1. LEGUME USCATE

Procesul de uscare a legumelor este influențat de următorii factori:
— caracteristicile materiei prime;
— modul de divizare (felii, rondele, cuburi, tăiței etc.);
— temperatura de opărire;
— durata opăririi;
— eventualul adaos a unor substanțe ($NaHCO_3$, sau $NaHSO_3$ la opărire);
— încărcarea (kg/m^2);
— temperatura de uscare inițială;
— temperatura de uscare finală;
— durata uscării;
— umiditatea relativă;
— viteza aerului;
— tipul uscătorului;
— umiditatea finală.

De menționat că pentru ceapă, vinete, bame, dovlecei, ciuperci și plante condimentare (țelină frunze, tarhon, pătrunjel frunze, mărar, cimbru) nu se recomandă opărirea.

Se pot fixa următoarele obiective:
— culoarea produsului uscat (caracteristică legumei, apreciere prin note);
— aspectul (integritate, uniformitate);
— capacitatea de rehidratare;
— gust, miros (după rehidratare cît mai apropiat legumelor proaspete);
— consistența (caracteristică legumelor și conformitatea cu actul normativ);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri de energie, consumuri specifice, utilizarea capacităților de producție.

6.20.4.2. FRUCTE USCATE

În linii mari procesul de uscare al fructelor este influențat de aceeași factori arătați mai înainte, pentru legumele uscate, cu deosebirea că la fructe nu se aplică ca regulă generală opărirea ca o operație preliminară uscării, ci alte tratamente care diferă de la o specie la alta, astfel:

La prune:
— temperatura apei în care se face imersia;
— durata imersiei (5—30 secunde);
— concentrația soluției de NaOH (circa 0,5—1,5%) sau Na_2CO_3 (circa 0,5%).

Scopul acestui tratament este de a îndepărta stratul ceros (pruina).

La mere:
— concentrația în sare a apei în care se face imersia (circa 1—3%);

Scanned with OKEN Scanner

— concentrația în SO_2 a soluției în care se face imersia;
— durata imersiei.
La caise:
— cantitatea de sulf folosită (circa 2 kg sulf/t);
— durata tratamentului (circa 60 minute).
La vișine și cireșe:
— concentrația soluției alcaline în care se face opărirea (circa 0,2—0,3%);
— temperatura soluției;
— durata opăririi (circa 20—30 secunde) urmată de spălare.
La pere (jumătăți sau sferturi):
— concentrația soluției de sare sau alaun în care se face imersia (circa 2%);
— temperatura și timpul de fierbere pentru înmuiere.
La piersici (jumătăți) sulfurare:
— cantitatea de sulf folosită (circa 2 kg/t);
— durata tratamentului (circa 60 minute)
sau aburire:
— temperatura de aburire (85—100°C);
— durata aburirii (circa 5 minute).
Obiectivele care pot fi urmărite sînt:
— aspectul (formă, mărime, integritate, uniformitate);
— consistența (funcție de fruct: elastică sau semielastică);
— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— miros (plăcut, caracteristic, fără miros străin);
— culoarea (nuanța, uniformitatea, lipsă arsuri, apreciere prin note);
— umiditatea (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice, consumuri energetice, utilizarea capacităților de producție.

6.20.5. CONSERVAREA LEGUMELOR ȘI FRUCTELOR PRIN REFRIGERARE

Conservarea prin refrigerare se poate aplica la toate legumele și fructele și are ca scop reducerea intensității proceselor de metabolism.

Factorii care influențează conservarea prin refrigerare a fructelor și legumelor sînt:
— caracteristicile materiei prime;
— temperatura de păstrare;
— durata de păstrare;
— umiditatea relativă;
— încărcarea (t/m^3).
Ca obiective se pot urmări:
— păstrarea caracteristicilor fizico-chimice și senzoriale ale fructelor și legumelor proaspete;
— pierderi în greutate;
— costuri de producție, scăzăminte etc.

Scanned with OKEN Scanner

6.20.6. CONSERVAREA LEGUMELOR ȘI FRUCTELOR PRIN CONGELARE

Conservarea legumelor și fructelor prin congelare asigură o păstrare mai îndelungată a acestora.

Legumele și fructele sînt supuse acelorași operații de tratare preliminară ca și în situația conservelor sterilizate.

Pentru legume durata de opărire va fi mai mică iar operația de opărire nu se va aplica pentru toate legumele.

Pot fi luați în considerație următorii factori:

— temperatura de opărire (pentru legumele și fructele la care acest tratament se recomandă);

— durata opăririi;

— caracteristicile altor operații de pretratare (la legumele și fructele la care se recomandă alte tratamente) constînd din felul substanței, concentrarea soluțiilor, durata tratamentului etc.;

— mod de congelare;

— temperatura de congelare;

— durata congelării;

— viteza aerului;

— grosimea stratului.

În ce privește scopurile urmărite acestea se pot referi la:

— aspect (mărime, uniformitate, integritate);

— culoarea (specifică sortimentului);

— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);

— miros (specific sortimentului, lipsă miros străin);

— proba peroxidazei (negativă pentru legumele blanșate).

Ca o notă generală se poate preciza că păstrarea caracteristicilor fizico-chimice și senzoriale ale legumelor și fructelor proaspete constituie un obiectiv de prim ordin.

Alte obiective se pot referi la costurile de producție, consumuri energetice, consumuri specifice etc.

6.20.7. CONSERVAREA PRIN FERMENTAȚIE LACTICĂ

Conservarea prin fermentație lactică are la bază producerea acidului lactic prin procesele biochimice care au loc și acțiunea antiseptică a acestuia. În limbajul curent aceste produse poartă denumirea de murături.

Se vor prezenta două produse mai importante din această grupă: castraveții murați și varza murată.

6.20.7.1. CASTRAVEȚII MURAȚI

Calitatea castraveților murați și buna desfășurare a procesului depind de următorii factori:

— caracteristicile materiei prime (lungime, maturitatea, conținut în zahăr etc.);

— modul de înțepare în vederea pătrunderii saramurii;

Scanned with OKEN Scanner

— concentrația saramurii (circa 6% sare);
— temperatura la care se toarnă saramura (circa 40°C);
— temperatura la care are loc fermentarea (20—30°C);
— durata fermentării (4—8 săptămîni);
— temperatura de păstrare după terminarea ultimei faze de fermentație (0—5°C);
— duritatea apei (15—20° duritate);
— adaosul de clorură de calciu și cantitatea ce se adaugă (circa 40 mg/l pentru creșterea durității cu 1 grad) în cazul unei durități mai mici;
— felul condimentelor și proporțiile acestora (mărar uscat, frunze de vișin etc.);
— adaosul de glucoză (circa 0,5 g/l) în cazul lipsei de zahăr fermentescibil în materia primă;
— eventualul adaos de sorbat de potasiu (0,05—0,1%) pentru prevenirea mucegaiului.

Se pot stabili unul sau mai multe din următoarele obiective:
— aspectul (mărime, formă, uniformitate etc.);
— gust (plăcut, caracteristic, fără gust amar, apreciere prin note);
— miros (specific, fără miros străin);
— culoarea (nuanța, uniformitatea);
— consistența (tari la pipăit, crocanți, miez plin);
— aciditatea (conformitatea cu actul normativ);
— clorură de sodiu în zeamă (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.20.7.2. VARZA MURATĂ

Printre factorii mai importanți care condiționează acest proces se pot cita:
— caracteristicile materiei prime;
— concentrația saramurii;
— temperatura la care se toarnă saramura;
— temperatura de fermentare în prima fază;
— durata de fermentare în prima fază;
— temperatura de fermentare în faza a doua;
— durata de fermentare în faza a doua;
— eventuala aplicare a pritocirii și momentul efectuării.

Obiectivele care se pot urmări sînt următoarele:
— aspect (mărimea și uniformitatea tocăturii pentru varza tocată);
— aspectul zemei (limpede, opalescent sau tulbure);
— consistența (elastică, crocantă);
— culoarea (alb-gălbuie sau galben deschis);
— gust (plăcut, caracteristic, apreciere prin note);
— miros (specific, fără miros străin, apreciere prin note);

Scanned with OKEN Scanner

— conținut de varză raportat la greutatea netă (conformitatea cu actul normativ);
— clorură de sodiu (conformitatea cu actul normativ);
— aciditatea (conformitatea cu actul normativ);
— costuri de producție, consumuri specifice etc.

6.20.8. APLICAȚII

Aplicația 36. Îmbunătățirea calității conservelor de mazăre

Operația de opărire a boabelor de mazăre are un rol important în procesul de conservare, influențînd asupra culorii, texturii, gustului și mirosului.

În experimentul efectuat s-a urmărit modul în care modificarea factorilor: temperatura de opărire și durata opăririi influențează asupra caracteristicilor susmenționate.

Aprecierea s-a făcut cu ajutorul metodei punctajului după următoarele criterii:

— culoarea	maximum 10 puncte;
— gust și miros	maximum 10 puncte;
— textura (frăgezime)	maximum 5 puncte
Total:	maximum 25 puncte

Ceilalți factori care influențează opărirea (soi, mărimea boabelor, gradul de maturitate etc.), au fost menținuți constanți.

Procesul curent se desfășura în următoarele condiții:
— durata opăririi, 4 minute;
— temperatura de opărire, 88°C.

Pornind de la aceste condiții s-au elaborat variantele experimentale (fig. 86).

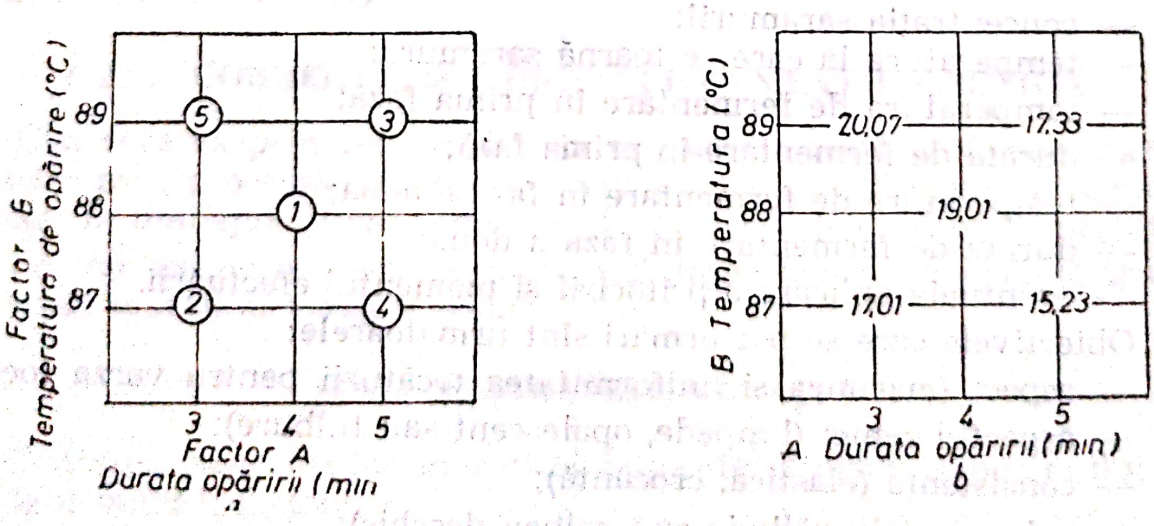


Fig. 86. Realizarea unei calități superioare a boabelor de mazăre în operația de opărire (faza I):
a — programul de lucru; b — rezultatele obținute (puncte).

Potrivit schemei din figura 86 au rezultat următoarele variante și condiții de lucru:

Varianta	Factor A Durata de opărire (min)	Factor B Temperatura (°C)
1	4	88
2	3	87
3	5	89
4	5	87
5	3	89

S-au efectuat 7 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 163.

Tabelul 163

Observațiile făcute la operația de opărirea boabelor de mazăre
(puncte)

Faza I $\sigma=2,14$

Ciclul	VARIANTA (1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	21,2	16,5	20,1	18,1	22,1
$n=2$	16,9	17,4	19,3	12,2	18,3
$n=3$	20,4	17,1	18,6	17,5	20,1
$n=4$	17,5	15,8	17,2	13,0	21,5
$n=5$	19,1	18,2	14,3	16,2	18,6
$n=6$	20,7	15,0	15,6	14,5	21,2
$n=7$	17,3	19,1	16,2	15,1	18,7
Faza II					$\sigma=1,60$
$n=1$	22,5	16,1	20,7	18,1	22,8
$n=2$	18,1	20,25	20,2	16,8	24,1
$n=3$	21,7	17,8	19,5	19,3	23,1
$n=4$	19,1	19,7	18,8	15,8	23,9
$n=5$	20,9	16,8	17,1	18,6	24,3
$n=6$	19,7	19,1	17,85	16,4	23,2

Concluziile acestei aplicații în care s-a urmărit îmbunătățirea calității conservelor de mazăre sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=7$;

Scop: îmbunătățirea caracteristicilor: culoare, gust-miros și frăgezime a conservelor de mazăre;

Proces: opărirea boabelor;

Factori: durata de opărire și temperatura de opărire.

Rezultatele ultimului ciclu reprezentînd sinteza experimentului precum și mediile obținute, exprimate în puncte prin care s-au apreciat caracteristicile menționate, sînt prezentate în figura 86.

Scanned with OKEN Scanner

Erorile, efectele și abaterile sînt următoarele:

Eroarea pentru medii:		±1,39
Efecte:		
Efectul duratei de opărire (A):	—2,26	±1,39
Efectul temperaturii (B):	2,58	±1,39
Efectul combinat al duratei de opărire și temperaturii ($A \times B$):	—0,48	±1,39
Efectul de schimbare a mediei:	—1,28	±1,24
Evaluarea anterioară a abaterii:	2,14	
Estimarea abaterii medii patratice:	1,83	

Deși în varianta 5 s-au obținut rezultate superioare procesului curent, respectiv 20,07 puncte față de 19,01 puncte, acestea nu pot fi considerate semnificative și sigure din următoarele motive:

a) Divizînd diferența dintre varianta 5 și procesul curent (20,07—19,01=1,06) prin estimarea abaterii medii (1,83) se obține o valoare subunitară (0,60), ceea ce nu poate fi considerat satisfăcător decît parțial.

b) Luînd în considerație eroarea pentru medii de ±1,39 și aplicînd-o variantei 5 se obține:

$$20{,}07 \pm 1{,}39 = 21{,}46;\ 18{,}68$$

fapt ce nu prezintă o garanție suficientă.

c) Rezultatele obținute în varianta 5 pe parcursul celor 7 cicluri nu au fost constant superioare și nici net superioare.

Toate aceste constatări determină necesitatea continuării experimentului prin trecerea la faza a II-a în care să se aducă noi modificări factorilor studiați, mai ales că din examinarea efectelor se constată o influență pozitivă a reducerii duratei de opărire și sporirii temperaturii asupra calității. Aceste direcții vor fi urmărite cu deosebire în faza a II-a.

Elaborarea programului de lucru pentru faza a II-a s-a executat astfel:

Condițiile variantei 5 au devenit parametrii procesului curent (varianta 1) iar celelalte variante experimentale s-au stabilit potrivit schemei din fig. 87.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele variante experimentale:

Varianta	*Factor A* Durata de opărire (min)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	3	89
2	2	88
3	4	90
4	4	88
5	2	90

În faza a II-a s-au efectuat 6 cicluri iar observațiile sînt prezentate în tabelul 163.

Concluziile definitive ale acestei aplicații în care a fost necesară executarea unei faze a II-a, au fost următoarele:

Faza a II-a; utimul ciclu $n=6$;

Scop: îmbunătăţirea calităţii conservelor de mazăre (culoarea boabelor, gust-miros, textură);

Proces: opărirea boabelor;

Factori: durata opăririi şi temperatura de opărire.

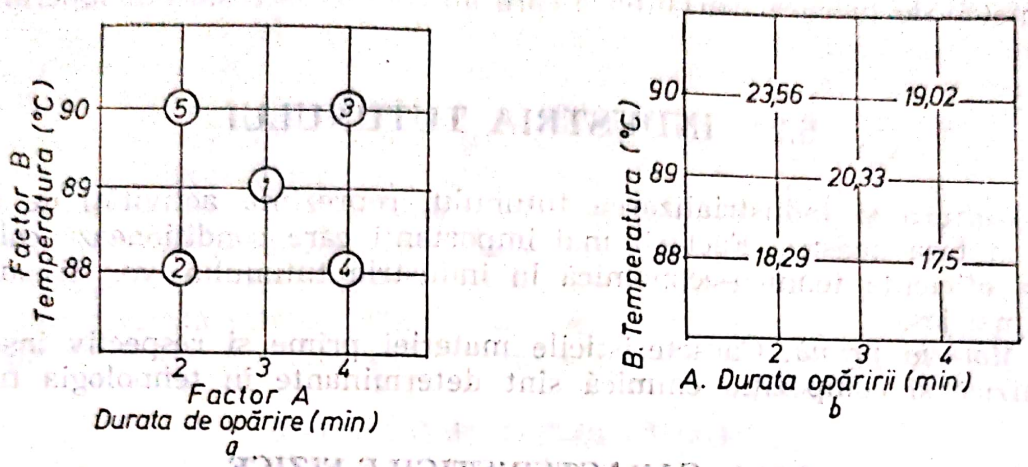


Fig. 87. Realizarea unei calităţi superioare a boabelor de mazăre în operaţia de opărire (faza a II-a):
a — programul de lucru; b — rezultatele obţinute (puncte).

Rezultatele fazei a II-a, reprezentînd aprecierea caracteristicilor calitative care au format obiectul experimentului, sînt prezentate în fig. 87.

Erorile, efectele şi abaterile sînt:

Eroarea pentru medii		±1,20
Efectele:		
Efectul duratei de opărire (*A*)	—2,66	±1,20
Efectul temperaturii (*B*)	3,99	±1,20
Efectul combinat al duratei de opărire şi al temperaturii (*A*×*B*)	—1,87	±1,20
Efectul de schimbare a mediei	—0,60	±1,07
Evaluarea anterioară a abaterii	1,60	
Estimarea abaterii mediei patratice	1,47	

Cele mai bune rezultate s-au obţinut în varianta 5 în care condiţiile de lucru au fost următoarele:

— durata opăririi, 2 minute;

— temperatura de opărire, 90°C.

Analizînd aceleaşi elemente care au determinat efectuarea fazei a II-a se constată următoarele:

a) Diferenţa dintre rezultatele variantei 5 şi procesului curent este 23,56—20,33=3,33, ceea ce denotă o îmbunătăţire sensibilă. Divizînd această diferenţă prin estimarea abaterii medii patratice (1,47) se obţine valoarea 2,20 care trebuie de asemenea considerată satisfăcătoare.

b) Aplicînd eroarea pentru medii rezultatului obţinut în varianta 5 se obţine:

$$23{,}56 \pm 1{,}20 = 24{,}76;\ 22{,}36$$

Acest rezultat este asigurător faţă de faza I.

c) Rezultatele obținute în varianta 5 pe tot parcursul celor 6 cicluri sînt constant și net superioare celorlalte variante.

Concluziile finale ale acestei aplicații trebuie considerate ca mulțumitoare putîndu-se lua decizia de a introduce în procesul tehnologic parametrii de lucru ai variantei 5 care au condus la rezultate superioare.

6.21. INDUSTRIA TUTUNULUI

Cultura și industrializarea tutunului reprezintă activități de tradiție în țara noastră. Factorii mai importanți care condiționează calitatea și eficiența tehnico-economică în industria tutunului vor fi subliniați mai jos.

Materia primă. Caracteristicile materiei prime și respectiv însușirile fizice și compoziția chimică sînt determinante în tehnologia tutunului.

6.21.1. CARACTERISTICILE FIZICE

Valoarea tehnologică a tutunului este influențată de următoarele însușiri:

Culoarea tutunului reprezintă unul din criteriile importante în clasarea tipurilor și soiurilor de tutun. Culoarea dă indicații asupra modului în care s-a făcut recoltarea, dospirea, uscarea și fermentarea. Consumatorii preferă anumite nuanțe de care industria trebuie să țină seama. Dealtfel, între culoarea tutunului și calitatea țigărilor există o relație directă.

Culoarea se apreciază din punctul de vedere al nuanței, intensității și uniformității.

Grosimea foilor variază între 1 mm și mai mult și sub 0,7 mm. Primele sînt considerate groase iar celelalte subțiri.

Grosimea foilor depinde de soi, măsurile agrotehnice aplicate și condițiile pedoclimatice.

Între grosimea foilor și calitatea tutunului există, de asemenea, relații. Astfel, tutunurile subțiri sînt apreciate a fi de calitate mai slabă.

Nervurile foilor de tutun și în special proporția nervurii principale care se înlătură, prezintă importanță deoarece influențează asupra pierderilor (13—35%).

Consistența tutunului se apreciază prin greutatea medie a probelor luate la o suprafață de 100 cm^3 împărțită la grosimea în mm. La grosimi egale greutatea poate fi deci diferită deoarece există țesuturi consistente sau afînate. Tutunurile consistente se consideră că se comportă mai bine în timpul proceselor tehnologice.

Greutatea specifică se stabilește determinînd greutatea unui anumit volum de tutun și se exprimă în kg/m^3.

Atît greutatea specifică cît și consistența influențează randamentele în fabricație.

Scanned with OKEN Scanner

Greutatea suprafeței foliare se exprimă în grame și se evaluează prin cîntărirea a 1 m^2 sau 100 cm^2 de suprafață foliară mai puțin nervura mediană. Constituie un criteriu al finețiі țesutului și al însușirilor tehnologice ale tutunului. Valorile acestor caracteristici variază între 0,270 și 0,780 g/100 cm^2.

Higroscopicitatea tutunului reprezintă o însușire importantă deoarece în timpul proceselor tehnonlogice în diferite etape se cere o anumită umiditate. Tutunul are proprietatea de a absorbi apa din mediul ambiant pînă la realizarea unui echilibru dintre umiditatea tutunului și cea a mediului. Higroscopicitatea tutunului variază în limite destul de largi și depinde de soi, de condițiile pedoclimatice, de stadiul recoltării, de poziția foilor, de procedeele tehnologice aplicate etc.

Rezistența și elasticitatea foilor constituie, de asemenea, caracteristici care prezintă interes. Elasticitatea mai bună este de dorit și ea este independentă de grosimea foilor fiind o însușire a pereților celulari.

6.21.2. COMPOZIȚIA CHIMICĂ

Compoziția chimică a foilor de tutun determină în mare parte însușirile calitative ale produselor realizate.

Hidrații de carbon reprezintă aproximativ 50% din totalul substanțelor organice ale foilor de tutun. Dintre hidrații de carbon, care intră în compoziția tutunului se pot menționa:

a) Hidrații de carbon solubili (zaharurile) se urmăresc a fi în cantități cît mai mari deoarece influențează în sens pozitiv calitatea. Cantitățile în care se află hidrații de carbon solubili variază între limite foarte largi, respectiv de la aproximativ 1% pînă la peste 28% din substanța uscată. Soiurile considerate valoroase și de calitate superioară au de regulă un conținut ridicat în hidrați de carbon solubili.

b) Amidonul prin hidroliză conduce la formarea zaharurilor și din acest punct de vedere conținutul în amidon ca sursă pentru zahăr este important. Pentru tutunurile cultivate în țara noastră se dau date ce sînt cuprinse între 5 și 9% din substanța uscată.

Alte substanțe care sînt cuprinse în grupa hidraților de carbon și se constată în compoziția chimică a tutunului sînt: hemiceluloza, component al pereților celulari, celuloza și lignina, se găsesc în cantități mari în nervuri și pectina care se află în foile de tutun în proporție însemnată (15—21%).

Substanțele azotoase, se găsesc sub formă de azot total, albumine și aminoacizi. Din această grupă face parte și nicotina substanța de bază care caracterizează tutunurile.

a) *Azotul total* poate fi considerat ca un component care influențează în mod negativ calitatea. Astfel, între conținutul în azot total și culoare există o relație directă. La tutunurile de culoare deschisă, galbenă, conținutul în azot total este cuprins între 1 și 2% în timp ce la cele de culoare închisă, brună, cantitatea de azot total este mai mare de 3%.

Scanned with OKEN Scanner

b) *Albuminile* au și ele o influență nefavorabilă asupra calității modificînd gustul și aroma. După unele date conținutul în albumină al tutunurilor noastre variază între 4,38 și 14,50%. Și în ce privește albuminele culoarea este corelată cu proporția albuminelor. Soiurile de culoare galbenă au un conținut mai mic în albumină în raport cu cele de culoare brună.

c) *Aminoacizii* se găsesc în cantități relativ mici (pînă la aproximativ 0,6%) și se consideră că ei au un rol pozitiv asupra calității tutunului.

d) *Nicotina* este un alcaloid care aparține substanțelor organice azotoase ($C_{10}H_{14}N_2$). Conținutul în nicotină la soiurile din țara noastră variază între 0,25 și 3,61 în funcție de soi, dar și în cadrul aceluiași soi variațiile pot fi mari. După unii autori (P. Koenig) tutunurile cu un conținut în nicotină sub 0,5% sînt clasificate ca tutunuri foarte slabe iar acelea cu peste 1,5% ca tutunuri tari. Între aceste două limite se situează categorii intermediare. Prin selecționare s-a urmărit încontinuu realizarea unor soiuri de tutun cu conținut diminuat în nicotină dar superioare din punct de vedere a celorlalte caracteristici. Metodele de cultură și tehnicile agricole folosite au de asemenea influență asupra formării nicotinei.

După unele cercetări raportul dintre apă și azot din sol are influență asupra conținutului în nicotină.

Rășinile influențează favorabil asupra calității tutunului. Conținutul în rășini variază între 3 și 8% (față de substanța uscată) iar soiurile superioare au de regulă o cantitate mai mare de rășini. Asupra unor relații dintre conținutul în rășini și aromă cercetările făcute nu sînt concludente.

Uleiurile eterice sînt acele substanțe care conferă tutunului aroma specifică. Se pot distinge două categorii de substanțe eterice și anume unele care se manifestă prin mirosirea directă a tutunului și altele care se dezvoltă în timpul arderii, respectiv a fumatului. Conținutul în uleiuri eterice variază între 0,05 și 1,2% (față de substanța uscată).

Substanțele tanante și polifenolii au o anumită influență asupra culorii mai ales după uscare și fermentare.

Substanțele minerale influențează procesul de ardere în timpul fumatului, reglînd acest proces și condiționînd calitatea tutunului din acest punct de vedere.

Sărurile care favorizează arderea sînt cele de potasiu și mai puțin sărurile de calciu. Clorurile și sulfații influențează în sens negativ arderea iar cele de magneziu în cantități mari ar atenua arderea.

Limitele între care variază conținutul în substanțe minerale este mare (10,59—28,53% față de substanța uscată) și sînt influențate de soi, metodele agrotehnice folosite, mărimea foilor etc.

Acizii organici care se găsesc în tutun sînt: formic, malic, citric, oxalic, cafeic, clorogenic etc.

Substanțele colorante. Clorofila condiționează procesele de fotosinteză a foilor verzi de tutun și respectiv compoziția chimică a tutunului.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul coacerii apar substanțele carotinoide reprezentate prin carotină și xantofilă. Acestea, împreună cu pigmenții flavonici, constituie pigmenții care determină culoarea tutunului în timpul uscării.

Enzimele. În multe din procesele de industrializare a tutunului se produc modificări sub influența unor enzime ca: oxidaza, peroxidaza, amilaza, celulaza, pectaza, catalaza etc.

6.21.3. USCAREA TUTUNULUI

Uscarea are scopul de a reduce conținutul în apă al foilor de tutun de la 78—90% la 15—20%. În același timp, prin transformări biochimice, se fixează anumite însușiri calitative care vor condiționa calitatea produsului finit.

În procesul de uscare a tutunului se disting două faze:

a) Dospirea.

b) Uscarea propriu-zisă.

Dospirea cuprinde etapa în care se evaporă cel mult 35% din apa conținută inițial respectiv în perioada cuprinsă între recoltarea foilor și îngălbenirea lor. Modificările care se produc în acest timp se fac pe seama substanțelor de rezervă consumîndu-se 11—16% din substanța uscată aflată în momentul recoltării. Rezultă că în acest timp foile de tutun „trăiesc" continuînd să respire. Transformările care au loc în timpul dospirii constau în degradarea clorofilei, a albuminelor, hidroliza amidonului etc.

Dospirea este influențată de:

— temperatură (în condiții naturale 25—36°C iar în cazul folosirii temperaturii artificiale, 30—38°C);

— umiditatea relativă (70—85%);

— durata dospirii.

Rezultatele dospirii se apreciază prin culoarea foilor considerîndu-se operația terminată cînd 2/3 din suprafața foilor au culoarea galbenă-verzuie (pentru tutunul destinat țigaretelor) și apariția culorii roșie-brună (la tutunul pentru țigări de foi). O altă evaluare se poate face prin calculul apei evaporate care nu trebuie să fie mai mult de 35%.

Uscarea propriu-zisă trebuie să se execute cît mai repede pentru a asigura menținerea culorii galbene și a evita brunificarea foilor atunci cînd uscarea se întîrzie.

Factorii care influențează procesul de uscare sînt:

— caracteristicile soiurilor care se usucă (soiuri care rezistă la temperaturi ridicate, soiuri cu foaia mică etc.);

— temperatura de uscare în diferite etape;

— umiditatea relativă a aerului;

— modul în care este asigurată ventilația;

— durata uscării;

— metoda de uscare;

— grosimea stratului de foi.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatul procesului de uscare și transformările fizico-chimice care au loc în timpul procesului de uscare sînt:

— conținutul în apă se reduce de la 78—90% la 15—20%;

— substanța uscată reprezintă pierderi situate între limitele de 15—35%; pierderile în cazul uscării în condiții naturale sînt totdeauna mai mari;

— culoarea se caracterizează prin apariția pigmenților galbeni și prin dispariția celor verzi; se evită obținerea unei culori închise sau neuniforme;

— acizii organici au tendința de a se majora în timpul uscării;

— hidrații de carbon suferă modificări în timpul uscării; amidonul se transformă în glucoză prin hidroliză; în general conținutul în hidrați de carbon scade în timpul uscării;

— substanțele organice azotoase prezintă și ele transformări în timpul uscării, dar acestea depind la rîndul lor de gradul de maturitate al foilor de tutun recoltate, de conținutul lor în apă și de durata uscării. Cercetările în această direcție arată scăderea albuminii în timpul uscării și creșterea azotului total; proteinele sînt hidrolizate în proporție de peste 50% și descompuse în aminoacizi;

— nicotina scade în cele mai multe cazuri și mai ales la temperaturi ridicate;

— substanțele minerale sub aspect cantitativ nu suferă modificări importante;

— pectinele și pentozanii sînt hidrolizați și transformați în acid pectic, acid galacturonic și alcool metilic.

6.21.4. FERMENTAREA TUTUNULUI

Fermentarea tutunului reprezintă ultima fază de prelucrare înainte de a se utiliza ca materie primă în procesul de fabricație. Scopul fermentării este de a se obține îmbunătățirea calității, de a se realiza o compoziție constantă și un produs conservabil.

Fermentarea constituie un proces complex în timpul căruia au loc reacții biochimice sub acțiunea enzimelor și care au ca rezultat îmbunătățirea caracteristicilor fizice, a compoziției chimice și a însușirilor senzoriale.

Factorii care influențează fermentarea tutunului sînt:

— caracteristicile materiei prime — foilor de tutun uscate — (soiul, condițiile de uscare, gradul de maturitate, însușirile fizice și compoziția chimică etc.);

— prezența enzimelor (natura lor și modul specific de acțiune);

— temperatura folosită în diferite faze;

— umiditatea relativă în diferite faze;

— modul de ventilație și viteza aerului;

— densitatea tutunului așezat pentru fermentare (circa 200—220 kg/m^3);

— umiditatea tutunului supus fermentării;

— procedeul de fermentare folosit;

Scanned with OKEN Scanner

— durata de fermentare pe faze;
— modul în care se realizează răcirea după ultima fază;
— uniformizarea tutunului după fermentare.

Maturizarea tutunului se efectuează după terminarea procesului de fermentare și are ca scop finisarea și consolidarea unor însușiri și în special a aromei. Transformările biochimice care au loc și continuă în această etapă influențează în sens pozitiv calitatea tutunului.

Procesul de maturizare este influențat de:
— caracteristicile tutunului (culoare, calitate, consistență etc.);
— temperatura (variabilă în raport de caracteristicile tutunului);
— umiditatea relativă (variabilă în raport de caracteristicile tutunului și diferitele etape ale maturizării).

Rezultatele fermentării și maturizării și transformările fizico-chimice care au loc sînt următoarele:

— diminuarea substanței uscate (scăderea substanței uscate se cifrează la 5—8%);
— scăderile de fermentare (includ pierderile de apă și de substanță uscată și variază între limite foarte mari);
— modificarea culorii tutunului (culoarea se uniformizează și capătă o tentă mai închisă iar nuanțele verzi dispar);
— reducerea higroscopicității (higroscopicitatea tutunului fermentat scade iar conținutul în apă este cu 5—7% mai mic față de tutunul nefermentat);
— diminuarea conținutului în hidrați de carbon solubili;
— scăderea și transformarea substanțelor pectice (are consecințe asupra modificării însușirilor higroscopice și eliberarea alcoolului metilic, ambele fiind considerate ca efecte pozitive);
— substanțele organice azotoase suferă o modificare și schimbare a compoziției lor (amoniacul prezintă creșteri, albuminele, de asemenea, cresc iar azotul total în cele mai multe cazuri scade);
— nicotina se diminuează în timpul fermentării, scăderile situîndu-se în limite destul de largi;
— acizii organici scad într-o proporție însemnată și mai ales acidul citric și acidul malic;
— uleiurile eterice se reduc cantitativ, schimbîndu-și în același timp constantele fizice;
— substanțele minerale prezintă creșteri;
— pH-ul scade puțin (0,02—0,05);
— enzimele suferă modificări diferențiate.

Modificările în timpul maturizării sînt asemănătoare în multe privințe cu cele din timpul fermentării cu mențiunea că intensitatea acestora este mult redusă. Tutunul se îmbunătățește în timpul depozitării, în condiții de conservare de 18°C temperatura și 60—75% umiditatea relativă. Se constată atît o ameliorare a compoziției chimice, cît și a însușirilor fizice. Tutunurile devin mai elastice și mai rezistente la sfărîmare în timpul procesului de prelucrare industrială.

Scanned with OKEN Scanner

6.21.5. FABRICAREA ȚIGARETELOR

Pentru a se asigura realizarea unei calități superioare se folosesc diferite soiuri și calități de tutun în amestec. Întocmirea rețetelor constituie o operație de bază la care trebuie să se țină seama de caracteristicile importante, cum ar fi: însușirile fumative gradul de maturitate, soiul și tipul de tutun, poziția foii de tutun (etaj superior, inferior) etc.

Factorii care influențează procesul de fabricare a țigaretelor sînt:

— caracteristicile tutunului fermentat;

— modul în care se întocmesc rețetele (trebuie cunoscută proporția pe soiuri; exemplu: tutunuri Virginia 30%, tutunuri Burley 20%, tutunuri semiorientale 30%, tutunuri orientale 20%; acestea la rîndul lor se împart pe tipuri și subtipuri; însăși proporția soiurilor și tipurilor de tutun folosite pot să constituie un teren propice pentru aplicarea operării evolutive, selectîndu-se după metode obiective variantele superioare; pe lîngă caracteristicile fumative se va urmări realizarea unei compoziții chimice corespunzătoare în ce privește conținutul în nicotină, hidrați de carbon solubili, azot total, albumină etc.);

— modul în care se realizează umezirea tutunului în foi (limita de umiditate, procedeul folosit);

— felul în care se execută desfacerea foilor din păpuși și alegerea lor;

— modalitatea prin care se asigură amestecarea tutunului în foi și respectiv omogenizarea cît mai completă (deoarece pentru confecționarea unei țigarete se consumă aproximativ 1 g tutun acesta trebuie să rezulte dintr-un lot bine omogenizat ca să posede caracteristice uniforme);

— tăierea tutunului (trebuie efectuată în cadrul unor dimensiuni prescrise: 0,5—0,7 mm);

— condiționarea tutunului tăiat (afînare, înlăturarea corpurilor străine, desprăfuire, uscare, răcire etc.);

— umiditatea optimă a tutunului în diferite operații (formarea loturilor 12—14%, umezirea tutunului în foi 16—17%, umezirea intensivă 18—20%, tăierea tutunului 17—19%, depozitarea tutunului tăiat 14—15%, confecționarea țigaretelor 14—15%, împachetarea țigaretelor 13%);

— temperatura optimă a tutunului la diferite operații (umezirea foilor 40—50°C, desfacerea foilor și amestecul lor 35—40°C, tăierea tutunului 30—35°C, depozitarea tutunului tăiat 18—22°C, prelucrarea nervurii 30—40°C).

Rezultatele obținute în decursul desfășurării proceselor de industrializare a tutunului se apreciază printr-o serie de caracteristici care comportă verificări specifice acestei subramuri. După I. Trifu aceste caracteristici sînt:

Higroscopicitatea tutunului. Prin „higroscopicitatea tutunului se înțelege însușirea tutunului căruia în prealabil i s-a eliminat apa pînă la obținerea substanței uscate, de a absorbi umiditatea din mediu cu o

temperatură și o umiditate relativă constante și stabilindu-se convențional la 30°C și 75% umiditate".

Capacitatea de absorbție pentru apă reprezintă, după același autor, cantitatea de apă pe care tutunul o absoarbe într-un mediu cu temperatura și umiditatea relativă cunoscute și constante. Se exprimă în grame la unitatea de greutate a probei examinate.

Gradul de fermentare a tutunului (indicele de oxigen). În timpul fermentării se desfășoară procese de oxidare care se pot evalua prin măsurarea temperaturii în masa de tutun și prin determinarea cantității de oxigen pe care tutunul îl absoarbe.

La tutunurile nefermentate, proprietatea tutunului de a absorbi oxigenul constituie un indice al potențialului de fermentare. Această însușire a tutunului constituie însă la tutunurile fermentate sau la cele în cursul fermentării, un indicator al gradului de fermentare.

Combustibilitatea tutunului. Prin combustibilitatea tutunului se înțelege însușirea acestuia de a arde continuu fără flacără cu o viteză diferită. Combustibilitatea tutunului se apreciază prin mai multe însușiri:

— capacitatea de ardere se raportează la lungimea totală a țigaretei;

— viteza de ardere se stabilește raportîndu-se durata de ardere, în secunde, la greutatea țigaretei, în g (inclusiv foița);

— uniformitatea arderii se apreciază prin determinarea duratei de timp necesară arderii fiecărui cm din lungimea țigaretei;

— culoarea cenușii rămase dă indicații asupra unei arderi complete sau incomplete și ea variază de la cenușie deschisă pînă la cenușie închisă.

Măsurarea porozității țigaretelor și filtrelor dau indicații asupra ușurinței sau rezistenței la trecerea aerului prin acestea. Măsurarea se efectuează cu ajutorul manometrului.

În măsură tot mai mare interesează însușirile fumului de tutun și evaluarea principalelor substanțe din compoziția acestuia, cum ar fi: gudroanele, nicotina, azotul total, amoniacul, piridina, substanțele reducătoare totale, reacția fumului de tutun.

Dintre aceste componente atenția se îndreaptă spre reducerea conținutului în gudroane și nicotină dat fiind acțiunea dăunătoare pe care o au asupra organismului.

6.21.6. APLICAȚII

Aplicația 37. Reproiectarea procesului de fermentare a tutunului. După cum s-a văzut fermentarea constituie un proces complex în timpul căruia au loc reacții biochimice sub acțiunea enzimelor care au ca rezultat îmbunătățirea caracteristicilor fizico-chimice și senzoriale.

Procesul de fermentare se desfășoară în trei faze:

— faza de ridicare a temperaturii sau de încălzire care durează 2—3 zile;

— faza de fermentare propriu-zisă sau de stabilizare cu o durată de 7—9 zile;

Scanned with OKEN Scanner

— faza de scădere a temperaturii sau de răcire care durează 30—60 zile.

Dintre factorii care influențează procesul de fermentare s-au selectat temperatura și durata fermentării, iar experimentul s-a aplicat fazei de fermentare propriu-zise.

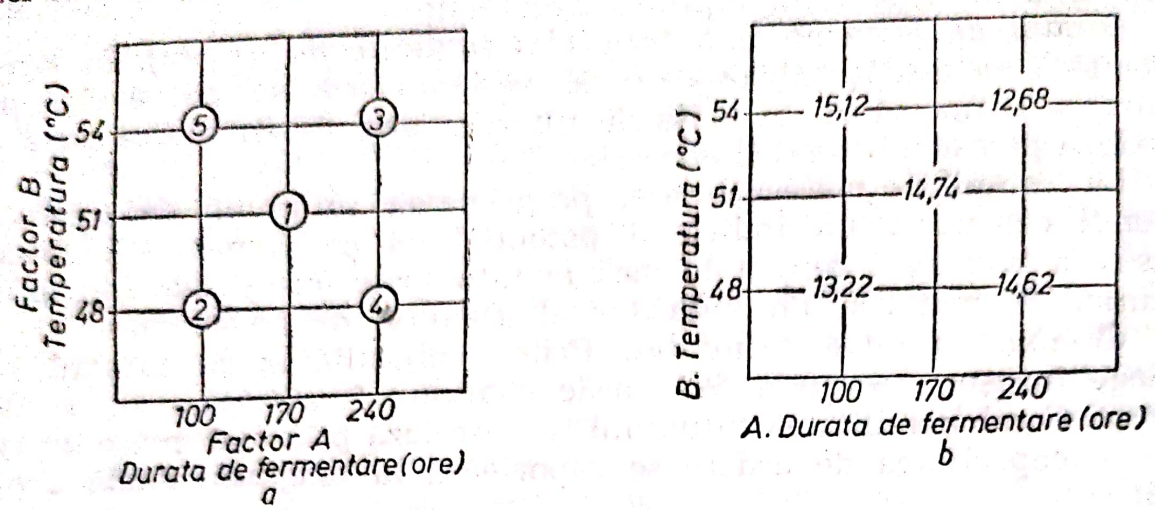


Fig. 88. Reproiectarea procesului de fermentare a tutunului:
a — programul de lucru; b — rezultatele obținute (note).

Scopul experimentului a fost de a urmări cîțiva indicatori ai calității și anume: puritatea, conservabilitatea, elasticitatea, aroma, higroscopicitatea și culoarea în condițiile modificării parametrilor de temperatură și durată.

Verificarea acestor caracteristici s-a făcut prin apreciere pe bază de note acordîndu-se pentru fiecare caracteristică note între 1 și 4. Maximum de note ce se pot acorda tutunului fermentat se ridică la 24.

Procesul curent se desfășura în următoarele condiții:
— durata fermentării, 170 ore;
— temperatura, 51°C.

Variantele experimentale s-au elaborat potrivit schemei din fig. 88, pornind de la condițiile procesului curent.

Conform acestei scheme au rezultat următoarele condiții și variante de lucru:

Varianta	*Factor A* Timp (ore)	*Factor B* Temperatura (°C)
1	170	51
2	100	48
3	240	54
4	240	48
5	100	54

Observațiile celor 5 cicluri care s-au efectuat, sînt prezentate în tabelul 164.

Concluziile acestei aplicații sînt următoarele:

Faza I; ultimul ciclu $n=5$;

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 164

Observațiile făcute în procesul de fermentarea tutunului

(puncte)

$\sigma = 0{,}65$

Ciclul	VARIANTA				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$n=1$	14,6	13,8	13,1	14,3	14,6
$n=2$	15,1	13,5	12,8	14,8	15,0
$n=3$	14,0	12,8	12,5	14,0	15,3
$n=4$	14,8	12,9	12,4	14,7	15,2
$n=5$	15,2	13,1	12,6	15,4	15,5

Scop: reproiectarea procesului și asigurarea calității;

Proces: fermentarea tutunului;

Factori: durata de fermentare și temperatura de fermentare.

Rezultatele obținute reprezentînd aprecierea unor indici de calitate, cu ajutorul notelor sînt prezentate în fig. 88.

Efectele, erorile și abaterile sînt:

Eroarea pentru medii		$\pm 0{,}32$
Efecte:		
Efectul duratei de fermentare (A)	$-0{,}51$	$\pm 0{,}32$
Efectul temperaturii (B)	$-0{,}03$	$\pm 0{,}32$
Efectul combinat al duratei de fermentare și temperaturii ($A \times B$)	$-1{,}93$	$\pm 0{,}32$
Efectul de schimbare a mediei	0,66	$\pm 0{,}29$
Evaluarea anterioară a abaterii	0,65	
Estimarea abaterii medii patratice	0,36	

Examinînd rezultatele din figura 88 se constată că cele mai mari note, respectiv caracteristicile calitative superioare, s-au obținut în varianta 5 în care condițiile de lucru au fost următoarele:

— timpul de fermentare, 100 ore;

— temperatura, 52°C.

Rezultatele obținute îndreptățesc introducerea în procesul tehnologic a noilor parametri de lucru deoarece se realizează o calitate ușor superioară în condițiile reducerii duratei de fermentare, fapt ce prezintă sensibile avantaje economice.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. Amerine, M. A., ș.a. *Principles of sensory evaluation of food.* Academic Press New York. London.
2. Arbuckle, W. S., *Ice cream. The Avi Publishing Company.* inc., 1975.
3. Arbunea, C. *Studiu privind îmbunătățirea consistenței înghețatei prin metoda EVOP*, COCPCIA, 1978.
4. Albert, Anica. *Aplicarea metodei EVOP la transportul hidraulic al sfeclei de zahăr, materie primă, în vederea reducerii pierderilor de zahăr.* COCPCIA, 1977.
5. Arsdel, Van ș.a. *Food Dehydration.* vol. I și vol. II. The Avi Publishing Company Inc.
6. Bratu, Em. A. *Operații și utilaje în industria chimică.* Editura tehnică, 1969, vol. I și vol. II.
7. Banu, C., ș.a. *Influența proceselor tehnologice asupra calității produselor alimentare.* vol. I. Editura tehnică, București, 1979.
8. Bălănescu, Gr. (coordonator). *Dicționar de chimie.* Editura tehnică, București, 1964.
9. Box, G., Drapper, N. *EVOP — operarea evolutivă.* Editura tehnică, 1975.
10. Billon, F. *Bière, cidre, poiré.* Paris, E. Bernard Imprimeur, Editeur.
11. Cojocaru, C. ș.a. *Tehnologia berii.* Editura didactică și pedagogică, București, 1965.
12. Cenușe, Aurel. *Folosirea metodei EVOP pentru îmbunătățirea calității zemei de saturație I în scopul creșterii vitezei de sedimentare.* COCPCIA, 1979.
13. Ciofu, Daniela. *Stabilirea proporției optime de stearină din rețeta margarinei prin metoda* EVOP. COCPCIA, 1978.
14. Domșa, F., Iliescu, L. *Tehnologia zahărului.* Editura tehnică, 1973.
15. Dimitriu, M. (coordonator). *Influența proceselor tehnologice asupra calității produselor alimentare.* vol. II, Editura tehnică, București, 1979.
16. Farrall, W., Arthur. *Food Engineering Systems.* vol. I, — operations. The Avi Publishing Company Inc. 1976.
17. Fotache, Eva. *Studiu privind aplicarea analizei valorii la reproiectarea procesului de extracție.* COCPCIA, 1979.
18. Goldan, D. ș.a. *Manualul tehnicianului din industria alimentară.* Editura tehnică, 1957.
19. Guțulescu, I., Dima, Em. *Tehnologia prelucrării legumelor și fructelor.* Editura didactică și pedagogică, București, 1977.

Scanned with OKEN Scanner

20. Gould, A., Wilbur. *Food Quality Assurance.* The Avi Publishing Company, Inc. West port, Connecticut.
21. Heidt, J. L., Maynard, A. ş.a. *Food Processing Operations.* The Avi Publishing Company, West port, Connecticut, vol. I, vol. II. şi vol. III.
22. Haciadur, O. Nicolau, A. *Fabricarea amidonului, glucozei şi dextrinei.* Editura tehnică, Bucureşti, 1966.
23. Herbert, Yves. *Mathématiques, probabilités et statistique.* Librairie Vurbert Paris, 1966.
24. Holban, E. *Metode moderne în asigurarea calităţii produselor alimentare.* Editura tehnică, 1979.
25. Herda, Eugenia. *Aplicarea metodei EVOP la procesul de uscare a amidonului în scopul îmbunătăţirii calităţii.* COCPCIA, 1978.
26. Hrincescu, M. *Influenţa a trei factori asupra parametrilor calitativi la caşcavalul Penteleu.* COCPCIA, 1978.
27. Iliescu, L., Georgescu, N., Petculescu, E. *Procese şi utilaje în industria alimentară.* Editura didactică şi pedagogică, 1974.
28. Iliescu, L., Rappaport, I., Flueraru, I. *Tehnologia produselor zaharoase.* Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1978.
29. Istrate, Carmen. *Studiu privind îmbunătăţirea calităţii pîinii intermediare cu cartofi prin urmărirea factorilor de influenţă: maturizarea făinei şi durată de fermentare.* COCPCIA, 1977.
30. Kasatkin, A., G. *Procese şi aparate principale în tehnologia chimică.* Editura tehnică, 1963.
31. Kramer, A., Twigg, B. *Quality Control for the Food Industrie.* vol. I şi vol. II. The Avi Publishing Company Inc. 1970.
32. Kramlich, ş.a. *Processed Meats.* The Avi Publishing Company Inc.
33. Kathrein, I. *Tehnologia industriilor alimentare.* Editura tehnică. 1957.
34. Junk ş.a. *Handbook of sugars for processors chemists and technologists.* The Avi Publishing Company Inc.
35. Luca, Gheorghe. *Probleme de operaţii şi utilaje în industria alimentară.* Editura tehnică 1978.
36. Loncin, M. *Les operations unitaires du génie chimique.* Dunod Paris, 1961
37. Lee, A., Frank. *Basic Food Chemistry.* The Avi Publishing Company Inc., 1966.
38. Marinescu, I., Segal, B., ş.a. *Tehnologii moderne în industria corservelor vegetale.* Editura tehnică Bucureşti, 1976.
39. Moldoveanu, Gh. *Tehnologia panificaţiei.* Editura didactică şi pedagogică Bucureşti, 1978.
40. Măruţă, N. *Îndrumător tehnic pentru industria morăritului.* Editura tehnică, Bucureşti, 1967.
41. Moţoc, D., ş.a. *Biochimia Produselor Alimentare.* Editura tehnică 1971.
42. Moţoc, D. *Biochimia şi microbiologia produselor alimentare.* Editura tehnică 1957.
43. Matz, D. *Bakery Technology and Engineering.* The Avi Publishing Company Inc., 1974.
44. Niculescu, I., Niculae. *Conceperea şi lansarea produselor noi în industria alimentară.* Editura Ceres, 1978.
45. Naumov, I., A. *Tehnologia morăritului.* Editura tehnică Bucureşti, 1962.
46. Niculescu, N. Bejenaru, V. *Tehnologia produselor făinoase şi de patiserie.* Editura tehnică Bucureşti, 1965.
47. Neniţescu, Costin. *Chimie organică.* vol. I şi vol II. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1968.
48. Niculescu, N. *Producerea modernă a alimentelor făinoase.* Editura Ceres, 1980.
49. Nickerson, J., Ronsivalli, L. *Elementary Food Science.* The Avi Publishing Company Inc., 1976.
50. Oţel, I., Plohotnic, Sv., Stancu, M., Barbu, N. *Tehnologia cărnii şi a subproduselor.* Editura tehnică, 1969.
51. Oţel, I. *Tehnologia produselor din carne.* Editura tehnică, Bucureşti, 1979.

Scanned with OKEN Scanner

52. Oţel, I. *Tehnologia produselor de carne.* Editura tehnică 1962.
53. Onica, V. *Aplicarea metodei EVOP la procesul de defecarea zemurilor luînd în consideraţie factorii, durata de defecare şi temperatura.* COCPCIA, 1977.
54. Popovici, M., Antonescu, V. *Ghid pentru controlul statistic al calităţii produselor industriale.* Editura tehnică, 1973.
55. Prostoserdov, N. N. *Principiile degustării vinului.* Editura Agrosilvică de Stat, 1954.
56. Răşenescu, I. *Operaţii şi utilaje în industria alimentară.* Editura tehnică 1972, vol. I şi vol. II.
57. Rancu, N., Tövissi, L. *Statistica matematică cu aplicaţii în producţie.* Editura Academiei Republicii Populare Române, 1963.
58. Rancu, N., Tövissi, L. *Analiza statistico-matematică a calităţii producţiei industriale.* Editura ştiinţifică, 1973.
59. Rolet, A. *Les conserves de fruits.* Paris, I. B. Baillière et fils.
60. Rotaru, V., Niculescu, N. *Căile de utilizare a capacităţii de producţie în industria alimentară.* Editura Ceres, 1976.
61. Scorţescu, G., ş.a. *Tehnologia laptelui şi produselor lactate,* vol. I Editura tehnică, 1970.
62. Stoian, G., Scorţescu, G., Chintescu. *Tehnologia laptelui şi a produselor lactate,* vol. II. Editura tehnică, 1970.
63. Satinover, N., Marinescu, I. *Conservarea industrială a alimentelor.* Editura tehnică, 1962.
64. Singer, M. *Tehnologia uleiurilor vegetale.* Editura didactică şi pedagogică Bucureşti, 1971.
65. Slepianu, I., ş.a. *Vinificaţia.* Editura Agrosilvică Bucureşti, 1968.
66. Santău, E. *Studiu pentru aplicarea metodei EVOP la fabricarea pîinii albe de 2 kg cu maiele fluide.* COCPCIA, 1977.
67. Smolschi, A., Gheiking, A. *Studiu de analiza valorii aplicat la reproiectarea procesului de fermen are a tutunului oriental.* COCPCIA, 1977.
68. Trifu, I. *Tehnologia uscării şi fermentării tutunului.* Editura tehnică 1958.
69. Trifu, I. Gavriliu, D. *Tehnologia tutunului.* Editura tehnică, 1953.
70. Vasilescu, I. *Tehnologia şi aplicaţiile industriale ale enzimelor.* Editura tehnică, 1963.
71. Vieru, R., Băltărescu, S. *Tehnologia dulceţurilor, gemurilor, siropurilor şi geleurilor.* Redacţia revistelor agricole 1974.
72. Vieru, R. *Tehnologia piureurilor din fructe.* Redacţia revistelor agricole 1974.
73. * * * *Tehnologia produselor fermentative.* Editura tehnică, 1951.
74. * * * *Indreptar pentru industria de prelucrare a peştelui.* Editura tehnică, 1953.
75. * * * *Manualul inginerului din industria alimentară.* Editura tehnică, 1968.
76. * * * *Annales de la nutrition et de l'alimentation.* Centre national de la recherche scientifique.
77. * * * Instrucţiuni tehnologice pentru fabricarea preparatelor de carne Întreprinderea poligrafică Galaţi, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

Control științific: ing. NICULAE NICULESCU
Redactor: ing. SILVIUS TEODORESCU
Tehnoredactor: ELLY GORUN
Coperta: arh. SILVIA MÂRȚU

Bun de tipar: 3.09.1981; Coli de tipar: 26,25.
C.Z.: 65 : 519 : 663/664.

Tiparul executat sub. cda. nr. 64, la
I. P. „Crișana", Oradea, str. Moscovei nr. 5.

Scanned with OKEN Scanner

ÎN EDITURA TEHNICĂ VOR APĂREA:

J. Jurubiță ș.a.
CARTEA LUCRĂTORULUI DIN INDUSTRIA DE SUCURI ȘI RĂCORITOARE

Bogatu D. (coordonator)
PESCUITUL INDUSTRIAL

Iliescu Gh. ș.a.
CARACTERISTICILE TERMOFIZICE ALE PRODUSELOR ALIMENTARE

Vieru R. ș.a.
CARTEA PREPARATORULUI DE CONSERVE DIN FRUCTE

Segal Rodica ș.a.
ANALIZA SENZORIALĂ A PRODUSELOR ALIMENTARE

Nichitin P. B. (traducere din limba rusă)
PĂSTRAREA PEȘTELUI ȘI A PRODUSELOR DIN PEȘTE

Scanned with OKEN Scanner

În lucrare autorul dezvoltă și îmbogățește teoria și practica EVOP elaborată inițial pentru industria chimică de către G. Box de la Universitatea din Wisconsin.

Valoarea și noutatea temei prezintă o mare importanță deoarece cu ajutorul metodei EVOP se poate interveni în mod eficient în procesele de producție, în vederea imbunătățirii acestora și rezolvării multiplelor probleme cu care se confruntă industria alimentară.

În acest scop în lucrare se demonstrează prin numeroase exemple aplicabilitatea metodei EVOP în toate subramurile industriei alimentare: carne, lapte, pește, morărit și panificație, biscuiți și paste făinoase, zahăr și produse zaharoase, amidon, glucoză, dextrină, ulei, băuturi alcoolice, bere, vin, conserve de legume și fructe, tutun, precum și în industria frigului și preparatelor culinare. De asemenea se demonstrează o sferă largă de aplicare a metodei EVOP cum ar fi: îmbunătățirea calității, reducerea costurilor, diminuarea consumurilor specifice, reducerea consumurilor energetice, imbunătățirea randamentelor etc.

Lucrarea se adresează lucrătorilor specialiști din industria alimentară, cercetare, proiectare, comerț, facultăți și licee cu profil agroalimentar și comercial ș.a.

Scanned with OKEN Scanner